



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta strojní



Inovace zařízení na převíjení tkanin

Diplomová práce

Studijní program: N2301 – Strojní inženýrství
Studijní obor: 3909T010 – Inovační inženýrství
Autor práce: **Bc. Milan Sucharda**
Vedoucí práce: doc. Ing. Vítězslav Fliegel, CSc.





TECHNICAL UNIVERSITY OF LIBEREC

Faculty of Mechanical Engineering



Innovation of device for rewinding fabric

Diploma thesis

Study programme: N2301 – Mechanical Engineering

Study branch: 3909T010 – Innovation Engineering

Author: **Bc. Milan Sucharda**

Supervisor: doc. Ing. Vítězslav Fliegel, CSc.





Katedra částí a mechanismů strojů

Studijní rok: 2013/2014

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Jméno a příjmení: **Bc. Milan Sucharda**

Studijní program: **N2301 – Strojní inženýrství**

Obor: **3909T010 - Inovační inženýrství**

Zaměření **Inovace výrobků**

Ve smyslu zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách se Vám určuje diplomová práce na téma:

Inovace zařízení na převíjení tkanin

Zásady pro vypracování:

Inovujte převíjecí zařízení, které slouží k převinutí tkanin z důvodu správného nasměrování obrázkových vzorů. Vyřešte problémy s bržděním odvíjeného válce. Dále navrhnete vhodný zvedací mechanismus tkanin. Zařízení by měl obsluhovat pouze jeden pracovník. Zařízení navrhnete podle standardů a používaných technologií dle zadávající firmy.

- 1) Inovujte stávající zařízení na převíjení tkanin.
- 2) Popište stávající stav, proveďte jeho kritické hodnocení.
- 3) Navrhnete nové požadavky na stávající výrobní zařízení.
- 4) Proveďte několik inovačních návrhů řešení a jejich zhodnocení.
- 5) Určete optimální variantu dle zvolených kritérií a k nim přiřazených váhových faktorů.
- 6) Sestavte rozhodovací tabulku a proveďte výběr varianty pro realizaci.
- 7) Udělejte na vybranou variantu úplný konstrukční návrh včetně výrobně technické dokumentace a ekonomického zhodnocení.



Forma zpracování diplomové práce:

- průvodní zpráva: cca 50 stran textu včetně obrázků
- grafické práce: výkresová dokumentace

Seznam literatury (uveďte doporučenou odbornou literaturu):

Pešík, L.: *Části strojů. 1. díl.* Liberec, TU 2005. ISBN 80-7083-938-4

Pešík, L.: *Části strojů. 2. díl.* Liberec, TU 2005. ISBN 80-7083-939-2

Talavášek, O.: *Konstrukce textilních strojů: tkací stavy.* 1. vyd. Liberec: Vysoká škola strojní a textilní v Liberci, 1967

Šuran, J. - Dančová, O.: *Brždění nití útku na tkacích strojích.* Liberec: Vysoká škola strojní a textilní v Liberci, 1989

Kubarský, A.: *Brzdy a brzdění.* 2. vyd. Praha: Nakladatelství dopravy a spojů, 1961

Leinveber, J. – Vávra, P.: *Strojnické tabulky.* Albra, Úvaly 2005. ISBN 80-736-01-6

Mašín, I. – Ševčík, L.: *Metody inovačního inženýrství.* IPI 2006. ISBN 80-903533-0-4

Databáze knihovny TUL

Vedoucí diplomové práce: **Doc. Ing. Vítězslav Fliegel, CSc.**

Konzultant diplomové práce: **Bc. Jan Dobeš**

L. S.

Prof. Ing. Ladislav Ševčík, CSc.

vedoucí katedry

Doc. Ing. Miroslav Malý, CSc.

děkan fakulty

V Liberci dne 10. 1. 2014

Platnost zadání diplomové práce je 15 měsíců od výše uvedeného data (v uvedené lhůtě je třeba podat přihlášku ke SZZ).
Termíny odevzdání diplomové práce jsou určeny pro každý studijní rok a jsou uvedeny v harmonogramu výuky.



Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé diplomové práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum:

Podpis:



Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval panu doc. Ing. Vítězslavu Flieglovi, CSc. z katedry částí a mechanismů strojů TU v Liberci za podnětné připomínky k této diplomové práci.

Dále bych chtěl poděkovat svému konzultantovi Bc. Janu Dobešovi za cenné rady spojené s konstrukcí nového zařízení.

Děkuji také firmě Ontex CZ s.r.o. za možnost vypracování diplomové práce a za poskytnuté zázemí při řešení daného problému.



Anotace
DIPLOMOVÁ PRÁCE

TÉMA:

Inovace zařízení na převíjení tkanin

ANOTACE:

Diplomová práce se zabývá inovací převíjecího zařízení, které se používá k převinutí tkanin z jedné nosné dutinky na druhou, z důvodu správného nasměrování obrázkových vzorů.

Práce obsahuje jednotlivé návrhy vedoucí k odstranění nedostatků převíjecího stroje. Jednotlivé návrhy jsou rozebrány, zhodnoceny a je vybrán návrh, který je dále rozpracován.

Cílem práce je odhalit nedostatky zařízení, navrhnout vhodný zvedací mechanismus a způsob brždění odvíjeného válce.

Klíčová slova: převíjecí zařízení, zvedací mechanismus, brždění

DIPLOMA PROJECT

THEME:

Innovation of device for rewinding fabric

ANNOTATION:

This master's thesis deals with the innovation of rewinding device that is used for rewinding fabric from the supporting tube to other one for the cause of the correct direction of picture pattern.

The thesis includes the components of project resulting in imperfection eliminate of rewinding machine. The proposal is analysed, evaluated and the one is selected and more elaborated.

Aim of this thesis is to cover problematic of imperfection rewinding device and to design the best possible lifting mechanism and the method of decelerating of unwinding cylinder.

Keywords: rewinding equipment, lifting mechanism, decelerating



Obsah

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	8
1. ÚVOD	9
2. CÍL PRÁCE	10
3. PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI ONTEX CZ S.R.O.	11
PROFIL SPOLEČNOSTI	11
HISTORIE SPOLEČNOSTI	11
STRATEGIE	12
VÝROBKOVÉ PORTFOLIO	12
SYSTÉM KVALITY	13
4. PŘEDMĚT INOVACE	14
ÚVOD DO PROBLEMATIKY	14
ZHODNOCENÍ SOUČASNÉHO STAVU	14
5. POŽADAVKY NA STÁVAJÍCÍ ZAŘÍZENÍ	18
AFINNÍ DIAGRAM INTERPRETOVANÝCH POTŘEB	18
INOVAČNÍ ZÁMĚR	18
6. INOVAČNÍ NÁVRHY	19
PRŮZKUM TRHU	19
KONCEPT Č. 1	24
KONCEPT Č. 2	26
KONCEPT Č. 3	28
KONCEPT Č. 4	30
KONCEPT Č. 5	31
7. HODNOCENÍ INOVAČNÍCH NÁVRHŮ	32
PŘÍRAZENÍ VÁHOVÝCH FAKTORŮ	32
HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH INOVAČNÍCH NÁVRHŮ	35
KONCEPT Č. 1	35
KONCEPT Č. 2	37
KONCEPT Č. 3	39



KONCEPT Č. 4	42
KONCEPT Č. 5	44
8. URČENÍ OPTIMÁLNÍ VARIANTY ŘEŠENÍ	47
ROZHODOVACÍ TABULKA	47
ZÁVĚR HODNOCENÍ	48
9. KONSTRUKČNÍ NÁVRH VYBRANÉ VARIANTY	49
NÁVRH PNEUMATICKÉ BRZDY	49
NÁVRH ZVEDACÍHO POHONU	50
PEVNOSTNÍ ANALÝZA DRŽÁKU SKLÍČIDLA	52
10. POPIS JEDNOTLIVÝCH SOUČÁSTÍ INOVOVANÉHO ZAŘÍZENÍ	55
DÍLY VYRÁBĚNÉ	55
DÍLY KUPOVANÉ	64
11. EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ	69
12. ZÁVĚR	71
SEZNAM OBRÁZKŮ	72
SEZNAM TABULEK	74
SEZNAM GRAFŮ	74
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	75
SEZNAM PŘÍLOH	75



Seznam použitých zkratek a symbolů

Označení	Jednotka	Název veličiny/ popis
D	m	průměr
F	N	síla
i	[-]	převodový poměr
I	A	elektrický proud
J	kg.m ²	moment setrvačnosti
k	[-]	bezpečnost
L	kg.m ² .s ⁻¹	moment hybnost
m	kg	hmotnost
M	Nm	silový moment
M _B	Nm	brzdny moment
M _K	Nm	točivý moment
n	1/min	otáčky
N	l/min	průtok
p	bar	tlak
P _{ztr}	kW	ztrátový výkon
r	m	poloměr
Re	MPa	mez kluzu
Rm	MPa	mez pevnosti
t	s	čas
v	m/s	rychlost
σ	MPa	napětí
σ _{MAX}	Mpa	maximální napětí
σ _{MEZ}	Mpa	mezní napětí
Ø	mm	průměr
ω	rad/s	úhlová rychlost
π	[-]	Ludolfovo číslo
€		euro
Kč		korun českých
DPH		daň z přidané hodnoty
Obr.		obrázek
Tab.		tabulka



1. Úvod

Každá firma si přeje uspět a vytvořit si postupem času pevnou pozici na trhu. Základním strategickým úkolem takovéto firmy je neustálá péče o produkty a jejich aktualizace, vedoucí ke spokojenosti zákazníka. Spokojenost zákazníka se promítá v lepším postavení firmy na trhu a tak zajištění její dlouhodobé existence.

Pro maximální spokojenost zákazníků je nutné zajistit nepřetržitý proces zlepšování jednotlivých procesů a jakostních parametrů celého výrobního portfolia. Projevy a dopady zákaznické spokojenosti nejsou patrné bezprostředně v krátkém časovém horizontu. Abychom v dnešním konkurenčním prostředí uspokojili našeho zákazníka, je nutné, aby zboží, které mu dodáváme, mělo nejvyšší možnou kvalitu za relativně nízkou cenu. Proto musíme vyrábět rychle a kvalitně, což nám umožní pouze kvalitní výrobní zařízení a schopní operátoři.

Z pohledu inovačního inženýra je nutné svoji pozornost zaměřit i na zařízení, která nám hodnotu produktu nepřidávají, ale kvalitu našich výrobků ovlivní. Nelze opomenout spokojenost pracovníků a vytvořit jim ergonomicky vhodné pracoviště, které bude vyhovovat i z hlediska bezpečnosti práce.

2. Cíl práce

Cílem této diplomové práce je inovovat převíjecí zařízení, které se používá k převinutí tkanin z důvodu správného nasměrování obrázkových vzorů. Jelikož není při převíjení zajištěna dostatečná jakost převinuté tkaniny a obsluhování stroje je příliš náročné, je nutné vlastnosti tohoto zařízení kriticky ohodnotit a odhalit tak nedostatky, které budou v práci detailně vyřešeny ke spokojenosti zadávající firmy.

Z počátku je nutné se seznámit se současným zařízením, které se ve firmě používá k převíjení tkanin, popsat stav tohoto zařízení a identifikovat problémy tohoto zařízení. Požadavky na vlastnosti inovovaného zařízení budou získány při interview se zaměstnanci společnosti, kteří přicházejí s tímto zařízením do styku. Na základě získaných požadavků bude, dle moderních metod inovačního inženýrství, vypracováno několik inovačních návrhů řešení. Zejména je nutné se zaměřit na problémy při brždění odvíjeného válce. Dalším hlavním úkolem je navrhnout zvedací mechanismus tkaniny a vytvořit tak pro obsluhu stroje ergonomicky vhodné pracoviště, které bude vyhovovat i z hlediska bezpečnosti práce.

Dalším krokem bude určit kritéria, dle kterých budou jednotlivé návrhy hodnoceny. Aby byl zajištěn správný výběr varianty, která bude konstrukčně řešena, budou jednotlivým hodnotícím kritériím přiřazeny váhové faktory. Ze získaných hodnot a váhových faktorů bude sestavena rozhodovací tabulka. Na základě výsledků z rozhodovací tabulky, bude vybrán koncept, který bude dále rozpracován.

Výstupem této práce bude výkresová dokumentace obsahující výkres sestavy a výkresy jednotlivých součástí potřebných k inovaci zařízení.



3. Představení Společnosti ONTEX CZ s.r.o.

Profil Společnosti

Firma Ontex CZ s.r.o. sídlí na okrajové části Turnova, v průmyslové zóně Vesecko. Počátky firmy sahají až do roku 1979 a v současné době prožívá velmi dynamický růst. Ontex CZ s.r.o. je hlavním výrobcem v Ontex Group pro Střední a Východní Evropu. Firma má zastoupení ve 13 evropských zemích, mezi něž patří Německo, Francie, Česká republika, Nizozemí, Rakousko, Itálie, Polsko, Rumunsko, Maďarsko, Španělsko, Anglie, Turecko.

Firma se specializuje na výrobu hygienických potřeb, jako jsou jednorázové dětské pleny, dámské vložky, hygienické potřeby pro inkontinentní pacienty apod. Vedle výroby privátní značky se v Turnově soustředí na výrobu vlastní značky Helen Harper.

K zabezpečení pokrytí a rozvoje mezinárodní prodejní sítě se firma intenzivně soustředí na rozvoj strojového parku a rozšiřuje své výrobní kapacity. Je tak schopna rozšiřovat svoji nabídku výrobků a maximálně uspokojit potřeby zákazníků. [1]

Historie Společnosti

- 1993 - získání společnosti Miltex se sídlem v Chrastavě s jedním strojním zařízením na výrobu dámských vložek
- 1995 - zprovozněna výrobní linka ve Zlaté Olešnici
- 1997 - výroba soustředěna do nově vybudovaného komplexu v Turnově
- 1999 - dokončena přístavba výrobní a skladové haly- 1. etapa
- 2001 - dokončena přístavba výrobní a skladové haly- 2. etapa
- 2002 - dokončena přístavba výrobní a skladové haly- 3. etapa
- 2006 - dokončena výstavba skladovacích hal- 4. etapa
- 2006 - započata výstavba distribučního centra

Strategie

K základním klíčovým bodům strategie firmy patří inovace, kvalita, flexibilita a pomoc. Pomoc při budování pevných vztahů v rámci distribuční sítě mezi spotřebitelem a výrobcem. Pružnost a inovace při reakci na nové trendy na trhu a požadavky zákazníků.

Ontex zaujímá v Evropě silné postavení v rozvoji, výrobě a prodeji produktů pod privátní značkou. V současné době patří k jejich největším producentům a svůj podíl od počátku uvedení na trh každoročně zvyšuje.

Zvyšování efektivnosti systému kvality a zabývání se prevencí je firemním prostředkem k cílevědomému a systematickému procesu uspokojování zákazníků. Aby byl každý zákazník uspokojen, zajišťuje firma nepřetržitý proces zlepšování jednotlivých procesů a jakostních parametrů vyráběného zboží. Požadavky zákazníka jsou vždy splněny v požadovaném rozsahu a termínech při dodržení vysoké kvality výrobků. [1]

Výrobní portfolio

Výrobní portfolio společnosti se dá rozdělit do čtyř hlavních skupin:

- dámská hygiena: vložky klasického typu - anatomické, ultratenké a slipové vložky a hygienické tampóny
- dětská hygiena: dětské jednorázové plenky, vlhčené ubrousky
- vatový program s přebalovacími podložkami: prsní tampony, papírové kapesníčky, odličovací tampóny, vatové tyčinky a intimní ubrousky
- hygienické potřeby pro inkontinentní pacienty (produkty značky Euron)

Všechny produkty prvních třech skupin výrobního portfolio jsou na českém trhu prodávány pod značkou Helen Harper. [1]

Systém kvality

Aby byla zajištěna požadovaná kvalita, jsou všechny produkty vyráběny na základě pravidel zavedeného systému kvality. Systém managementu kvality odpovídá požadavkům normy ISO 9001:2008, podle níž je firma certifikována akreditovanou organizací. Od roku 2012 je navíc firma certifikována podle normy ISO 14001.

Zajištění kvality výrobků je výsledkem neustálého výzkumu a monitoringu. Vyráběné produkty jsou testovány a ověřovány v celém průběhu výroby. K neustálému testování a ověřování slouží řada moderních zařízení, kterými je firma vybavena. Kontrola produktů se provádí nejen v laboratořích, ale i přímo u výrobních linek. V pravidelných intervalech se zde testují například absorpční schopnosti plenek a dámských vložek, fyzikální, chemické i mikrobiologické vlastnosti dětských mokrých kapesníků. Rozsah a povaha těchto testů zajišťují detailní monitorování všech významných parametrů jednotlivých produktů. Nadále jsou údaje o všech produktech analyzovány a archivovány. Spokojenost zákazníka je dále sledována průzkumem trhu, detailními srovnávacími testy a anketami. [1]



Obr. 3.1 Způsob kontroly kvality[1]

4. Předmět inovace

Cíl udržet (nebo ještě lépe zvýšit) firemní konkurenceschopnost může být dosažen pouze v tom případě, kdy se umíme podrobně a detailně podívat na veškeré podnikové procesy a jejich slabá místa. Pokud chce mít firma dostatečně pevnou pozici, co se týká produktivity, flexibility a kvality, musí tato slabá místa z procesu odstranit či nahradit. [7]

Úvod do problematiky

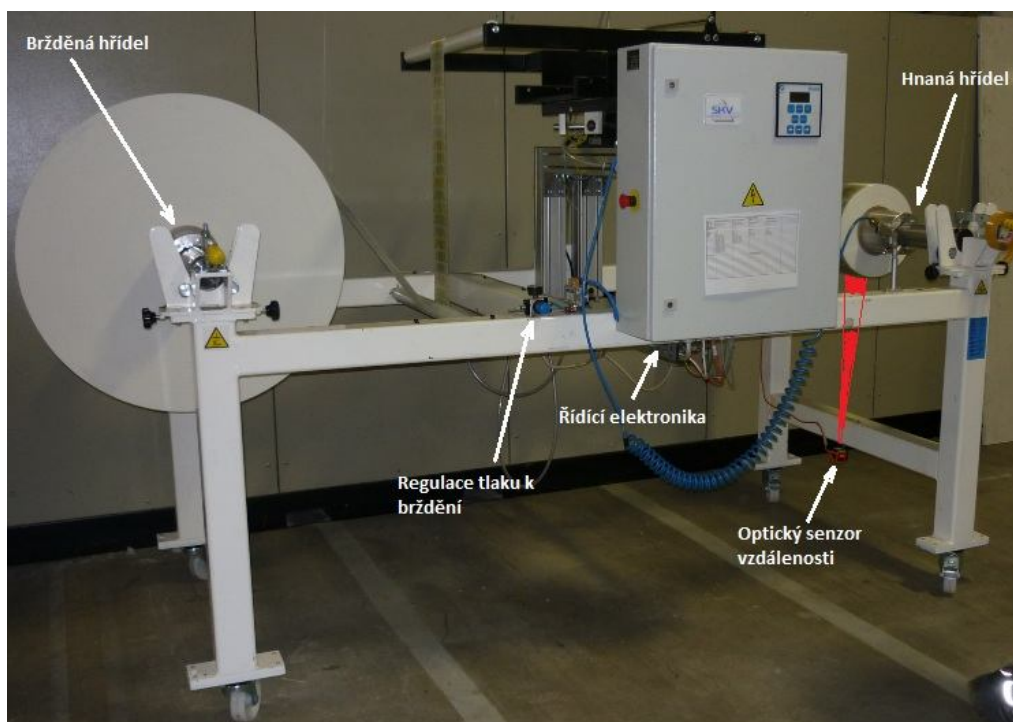
Cílem práce je inovovat převíjecí zařízení (obr. 4.1), které se používá k převinutí tkanin z důvodu správného nasměrování obrázkových vzorů. Při převíjení je nutné válec bez motoru brzdít, aby byla tkanina stále napnutá a nedocházelo k samovolnému rozvinu. K brždění válce je v současnosti využit kožený pásek, který je napínán pomocí pneumatického válce. Toto řešení má mnoho nevýhod. Další problém nastává při nasazování válce s tkaninou na převíjecí stroj. Převíjecí stroj neobsahuje zařízení, kterým by se tkanina na stroj nasazovala.



Obr. 4.1 Převíjecí stroj

Zhodnocení současného stavu

Převíjecí stroj (obr. 4.2) je vyroben v roce 2010 a slouží k převinutí různých druhů tkanin z jedné nosné dutinky na druhou. Z těchto tkanin se vyrábí hygienické potřeby, jako jsou dětské pleny, dámské vložky aj. Tkanina je do firmy dodávána výrobcem dle objednávky, která obsahuje i směr navinutí tkaniny. Jsou tedy možné dva způsoby navinutí a to „fifó“ (first foot) a „lifo“ (last foot). Ne vždy je však na skladě dostatečný počet potřebných návinů jednotlivých tkanin. Z tohoto důvodu je nutné tkaninu převít z jedné dutinky na druhou a změnit tak směr návinu.



Obr. 4.2 Popis převijecího zařízení

Jednotlivé druhy textilních tkanin nemají stejné vlastnosti a musí se při navíjení utahovat jinou silou, aby byl konečný návin samonosný a následně se po sundání nerozpadl. Ke správnému utahování tkaniny slouží brzda složená z koženého pásu a pneumatického válce (obr. 4.4). Při odvíjení tkaniny se mění průměr, a proto je nutné plynule měnit brzdný moment tak, aby byla utahovací síla při navíjení konstantní. V současném stavu je utahovací síla měněna pouze obsluhou a to tak, že mění výstupní tlak z redukčního ventilu do pneumatického válce na základě hodnot z čidla průměru a hodnot uvedených v tabulce (obr. 4.3). Toto řešení je sice velice jednoduché, ale za to má mnoho nevýhod.

Přehled převíjení				
Materiál	Frontálka chlupatá 1020mm	Frontálka igelit 400mm	Highloft	Obalová folie K2
Rychlost	10	10	10	5
Fife	obě čidla-fife režim []	obě čidla-fife režim []	levá čidla-fife režim []	obě čidla-fife režim []
Střed čidla	mm	mm	400 mm	mm
Rovnač tyčka	ano	ano	ne	ano
Dutinka od kraje	mm	mm	400 mm	mm
Bočnice	ano	ano	ne	ano
Návin	Horem	Horem	Horem	Horem
Tlak	Start - 6.5Atm	Start - 2Atm	Start - 1.5Atm	Start - 3Atm
	Čidlo 550 - 5.5Atm	Čidlo 710 - 1.5Atm	Stop - 0Atm	Stop - 0Atm
	Čidlo 480 - 5Atm	Čidlo 690 - 1Atm		
	Čidlo 450 - 4.5Atm	Čidlo 680 - 0.7Atm		
	Čidlo 430 - 4Atm	Čidlo 670 - 0.4Atm		
	Čidlo 420 - 3.5Atm	Čidlo 660 - 0.1Atm		
	Čidlo 410 - 3Atm			
	Čidlo 400 - 2.5Atm			
	Čidlo 385 - 2Atm			
	Čidlo 370 - 1.5Atm			
	Čidlo 355 - 1Atm			
Poznámky			Pozvolna rozjet hrozí přetr. mat. Brzy zastavit	

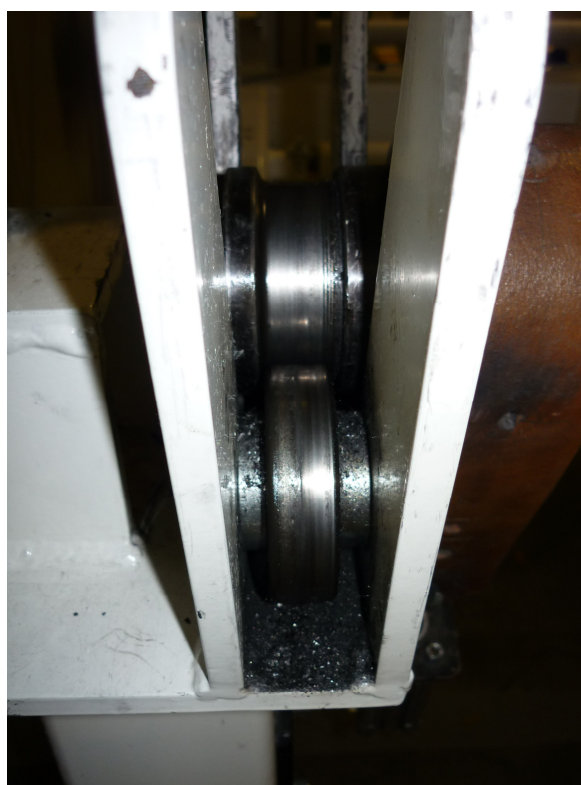
Obr. 4.3 Tabulka hodnot-tlak/průměr

nevýhody současné brzdy:

- zatěžování pneumaticko rozšiřitelné hřídele
- nadměrné zatěžování ložiska, vedoucí až k destrukci (obr. 4.5)
- nutná instalace při každé výměně tkaniny
- malý brzdný účinek
- manuální regulace brzdné síly
- převíjecí síla není konstantní

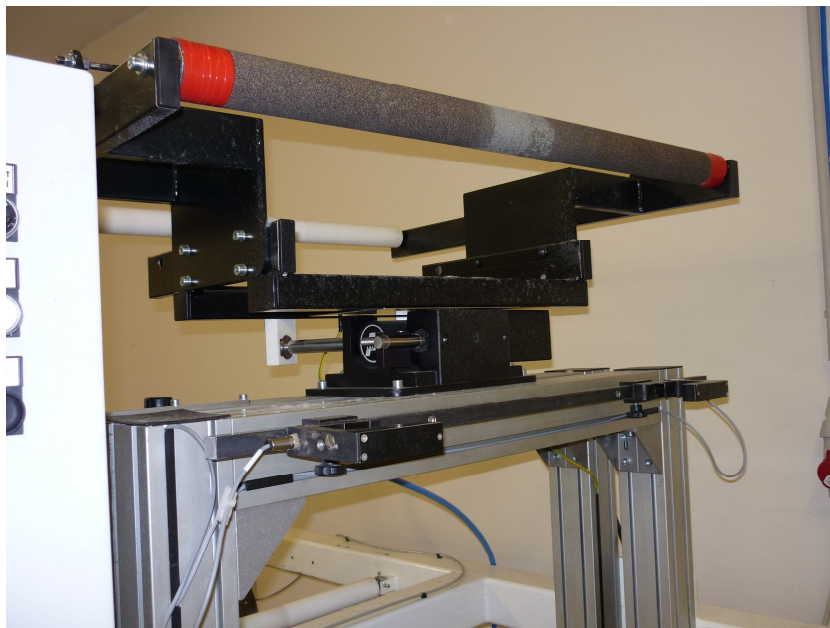


Obr. 4.4 Současná brzda



Obr. 4.5 Poškození ložiska

Aby byla tkanina navinuta rovně na novou dutinku, je stroj opatřen mechanismem vyrovnávající směr navíjení (obr. 4.6). Tento mechanismus obsahuje několik válců, skrz něž prochází tkanina. Celý mechanismus se natáčí podle hodnot z čidel, které vyhodnocuje řídící elektronika. Je tak zajištěno, že se tkanina navíjí stále na střed dutinky, nezahýbá a nevzniká na navíjené dutince z tkaniny kužel či jiný nežádoucí tvar.



Obr. 4.6 Elektromechanický systém dráhy chodu Symat 70B

Tkaninu na stroj nasazuje a sundává obsluha a to většinou ve složení jednoho pracovníka pomocí jednoduše upraveného paletového vozíku (obr. 4.7). Z hlediska bezpečnosti práce a ergonomie je toto řešení nevhodné.



Obr. 4.7 Způsob nasazování tkaniny

Po zhodnocení současného stavu je nutné zejména řešit problém s brzděním válce s tkaninou pomocí jinak řešené brzdy. Brzdná síla musí být zároveň plynule automaticky regulována v závislosti na průměru válce a zároveň musí zařízení umožňovat nastavení různých hodnot navíjecích sil. Současně s brzdou bude navržen i zvedací mechanismus, který ulehčí obsluze nasazování a sesazování tkanin na stroj.

5. Požadavky na stávající zařízení

Filozofie metod pro identifikaci zákaznických potřeb vychází ze snahy vytvořit vysoce kvalitní informační tunel mezi zákazníky a pracovníky podílejícími se na inovaci výrobku. Předpokladem úspěchu je to, že management a členové inovačního týmu, kteří bezprostředně ovlivňují charakteristiky výrobků, musí být v přímém kontaktu se zákazníky a mít zkušenosti s chováním a používáním výrobku. Bez této přímé zkušenosti nemohou být technická řešení a zákonité kompromisy udělány dobře a tím pádem nebudou objevena skutečně inovační řešení.[2]

K získání zákaznických potřeb proběhlo interview se zaměstnanci firmy Ontex CZ, které jsou do procesu převíjení jakkoli zainteresováni. Výsledkem tohoto interview byly získány zákaznické potřeby, které byly rozděleny do skupin vykazujících určitou podobnost. Jelikož byly zaměstnanci vytýkány hlavně závažné nedostatky převíjecího zařízení, je nutné se při návrhu konstrukce zaměřit na všechny tyto zákaznické požadavky.

Afinní diagram interpretovaných potřeb

Kvalita převinutí	Brzdění pomocí koženého pásu má malou účinnost.	9
	Tkanina při převíjení není napínána konstantní silou.	10
	Převinutí tkaniny není kvalitní (někdy dojde i k znehodnocení).	8
Obsluha zařízení	Pracoviště vykazují poměrně velkou ergonomickou zátěž.	7
	Zakládání hřídele s tkaninou je poměrně složité a fyzicky náročné.	8
	Během převíjení je nutné manuálně měnit brzdnu sílu.	7
	Nastavování parametrů převíjení je složité a zdlouhavé.	6
Životnost zařízení	Dochází k častému poškození ložiska v uložení hřídele.	8
	Při brzdění koženým páskem dochází k zatěžování pneumaticky rozšiřitelné hřídele.	8
		rel. význam

Tab. 5.1 Afinní diagram interpretovaných potřeb

Inovační záměr

Vytvořit takový stroj, který bude automaticky převíjet tkaniny dle zadaného programu bez dalšího zásahu obsluhy do převíjecího procesu. Stroj bude obsahovat zvedací zařízení k nasazování a sesazování návinů tkanin.

6. Inovační návrhy

Průzkum trhu

Průzkum trhu odhalil, že firma IBD Wickeltechnik GmbH vyrábějící pneumaticky rozšiřitelné válce na které se nasazují válce s tkaninou, vyrábí zároveň i magnetické a pneumaticko-kotoučové brzdy. Tyto brzdy jsou přímo kompatibilní s pneumaticky rozšiřitelnou hřídelí, kterou je možné do sklíčidla brzdy snadno založit (obr. 6.2).

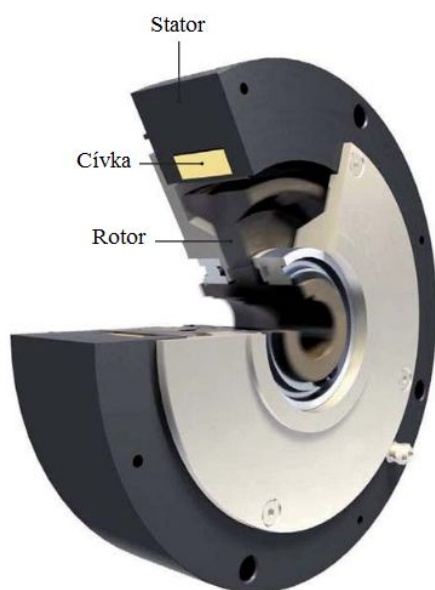
Elektromagnetická brzda

Firma IBD Wickeltechnik GmbH se zabývá výrobou elektromagnetických brzd (obr. 6.1) více jak 20 let a tyto brzdy tak patří k nejvíce testovaným a inovovaným produktům. Hlavní výhodou těchto elektromagnetických brzd je extrémně nízký zbytkový brzdný moment. Brzdy se vyrábí v několika řadách s brzdným účinkem od 12 Nm až po 500 Nm.

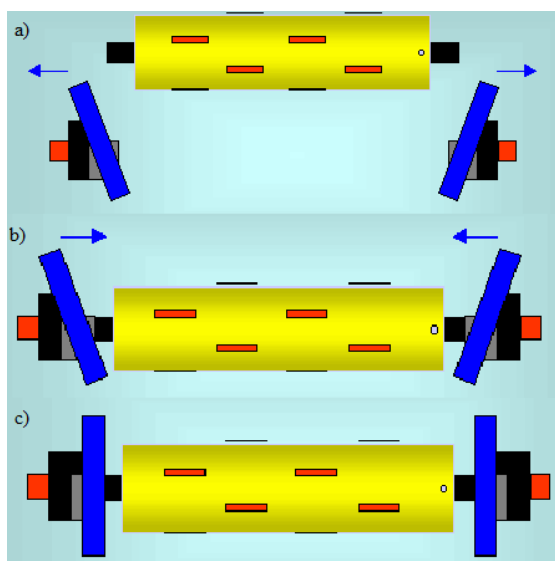
Výhody elektromagnetických brzd:

- přesná regulace momentu
- malé rozměry
- žádné nečistoty
- nízký zbytkový moment

Z těchto důvodů, je tento typ brzdy zvláště vhodný v tiskařském průmyslu, v oblastech přípravy potravin a v průmyslech s přísnou hygienou a tolerancí emisí prachu.



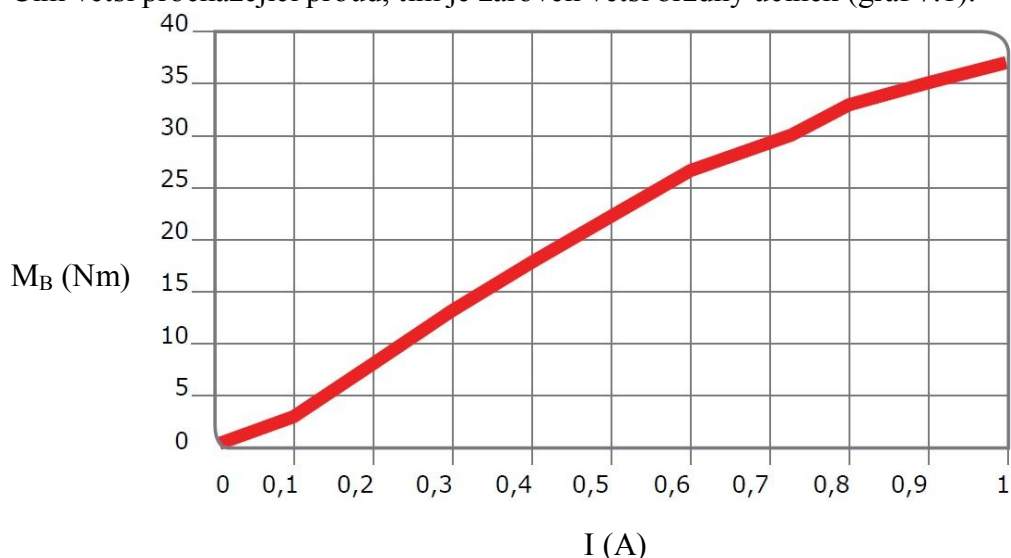
Obr. 6.1 Elektromagnetická brzda IBD[9]



Obr. 6.2 způsob zakládání válce do sklíčidel [9]

Funkce elektromagnetických brzd:

Brzda se skládá z 3 částí a to cívky, statoru a rotoru. Jakmile je brzda napájena, začne se elektromagnetické pole uvnitř cívky měnit v závislosti na velikosti procházejícího proudu. Čím větší procházející proud, tím je zároveň větší brzdný účinek (graf 7.1).



Graf 6.1 Průběh brzdného momentu u elektromagnetické Brzdy IBD řada C.351 [9]

Kotoučová brzda chlazená

Tento typ brzdy je konstrukcí velmi podobný automobilové brzdě, s tím rozdílem, že k brždění je použito více párů brzdových destiček (obr. 6.3). Zde, stejně jako u automobilů, nastává problém s chlazením a potřebnou velikostí brzdového kotouče. Abychom se vyhnuli nutnosti zvětšit průměr kotouče, je brzda zapouzdřena v obalu obsahující ventilátor (obr. 6.4). Ten zajistí chlazení kotouče dostatečnou cirkulací vzduchu. Tím jsme schopni dosáhnout až 28 kW ztrátového výkonu, při zachování poměrně malých rozměrů brzdy. Brzdy se vyrábí v pěti řadách s brzdným momentem až 4620 Nm. Tento brzdný moment je možné plynule regulovat.



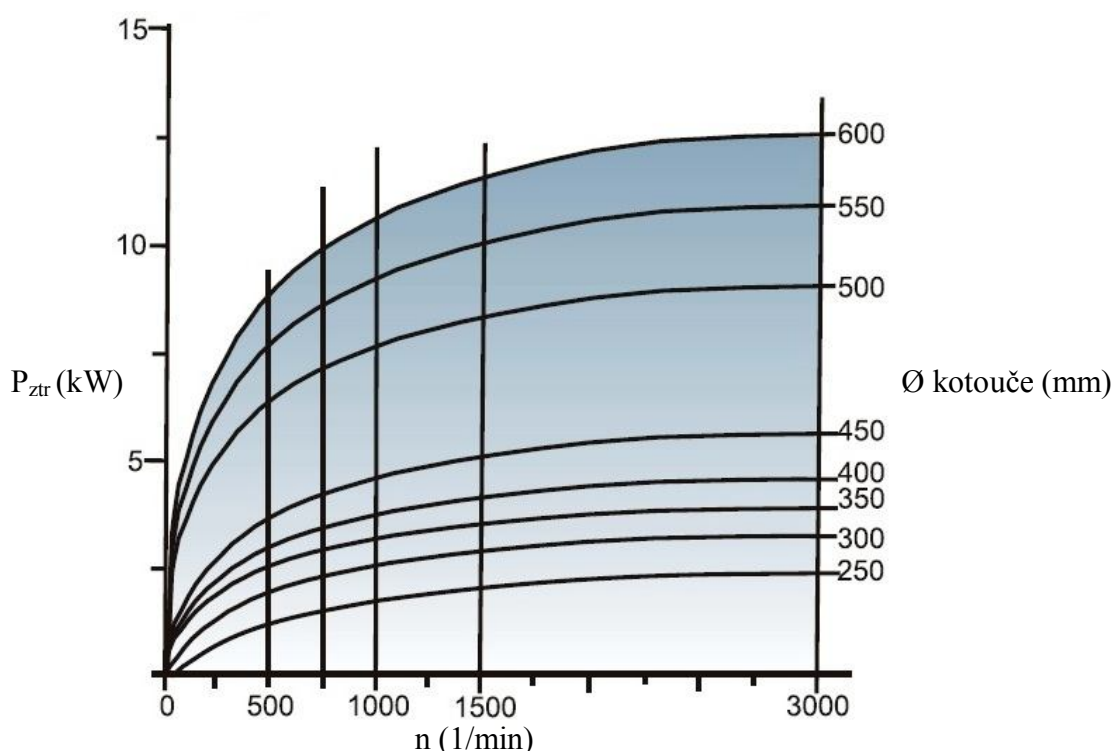
Obr. 6.3 Kotoučová brzda [9]



Obr. 6.4 Kotoučová brzda zapouzdřená [9]

Výhody kotoučových brzd:

- malá velikost
- snadnější instalace
- nízká pořizovací cena
- modulární konstrukce
- stabilní regulace momentu
- spolehlivost



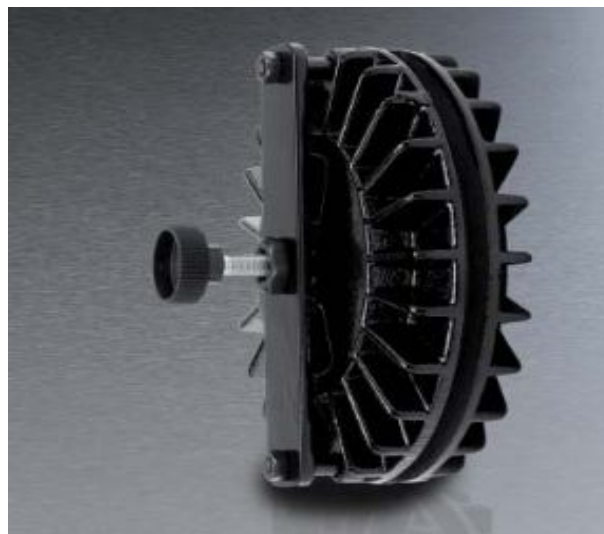
Graf 6.2 Ztrátový výkon kotoučových brzd [9]

Kotoučová brzda nechlazená

Tyto brzdy jsou vyvinuty pro použití v jednoduchých aplikacích. Brzdy mohou obsahovat zároveň i bezpečnostní sklíčidla (obr. 6.5) sloužící k upnutí dalších prvků (např. pneumaticky rozšiřitelná hřídel). Brzdový systém je k dispozici v různých verzích. Pro nenáročné aplikace je možné použít ruční brzdu s brzdným účinkem 50 Nm (Obr. 6.6). Ve složitějších aplikacích se používají pneumatické brzdy nebo pneumatické brzdy s membránou. Všechny tyto brzdy jsou vyráběné i ve zdvojené verzi se čtyřnásobným brzdným účinkem, označované jako „double“. Zde je pak možné dosáhnout brzdného účinku až 440 Nm.



Obr. 6.5 Pneumatická brzda IBD se sklíčidlem[9]



Obr. 6.6 Manuální brzda IBD[9]

Bezpečnostní sklíčidlo

Bezpečnostní sklíčidla jsou vyráběna v klasickém provedení a v provedení s výměnnými díly, u kterých dochází při vysoké zátěži k opotřebení. Mnoho rozměrů je volitelných a je tak možné každé sklíčidlo přizpůsobit individuálním požadavkům zákazníka.

Sklíčidla se vyrábí ve mnoha variantách, zejména se čtvercovým nebo trojúhelníkovým zámkem, v přírubovém nebo patkovém (obr. 7.7) provedení, s nebo bez hřídele apod. Různé varianty nabízí zatížení hřídelí až 640.000 N a přenosem momentu až 410.000 Nm.

Typy bezpečnostních sklíčidel:

- přírubové provedení standard
- patkové provedení standard
- patkové provedení s posuvnou upínací přírubou s hřídelí
- patkové provedení s posuvnou upínací přírubou s ručním kolem
- přírubové provedení s posuvnou upínací přírubou s ručním kolem
- přírubové provedení s posuvnou upínací přírubou s hřídelí



Obr. 6.7 IBD bezpečnostní sklíčidlo- patkové provedení [9]

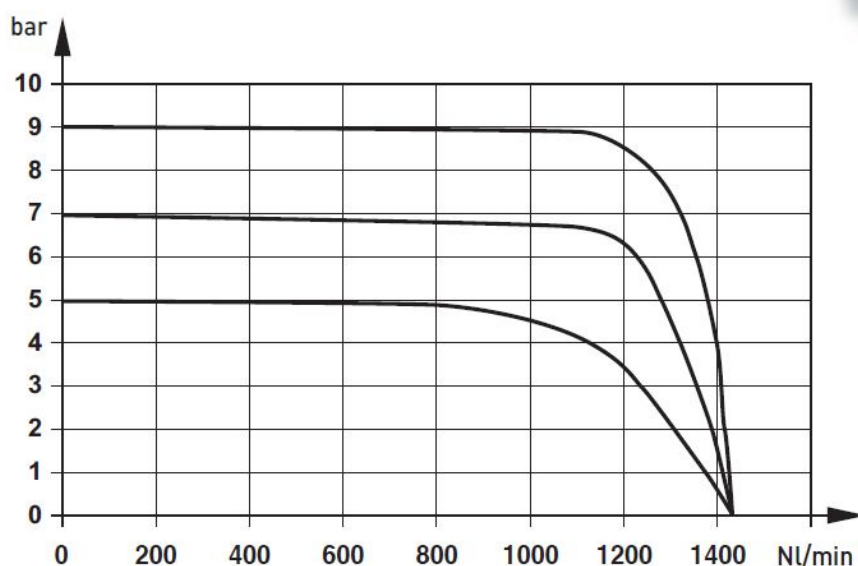
Elektronický regulátor tlaku

K plynulé regulaci brzděné síly je možné použít v kombinaci s pneumatickou brzdou elektronický proporcionální ventil sloužící k regulaci tlaku. Na obr. 7.8 je znázorněn elektronický proporcionální ventil Norgren VP50 (obr. 7.8). Jedná se o ovládaný šoupátkový ventil s vestavěnou elektronickou regulací tlaku. Tlak lze regulovat od 0 do 10 bar za podmínky, že vstupní tlak bude minimálně o 2 bar vyšší než požadovaný výstupní tlak z ventilu. Průtok regulátorem je znázorněn na grafu 7.3.



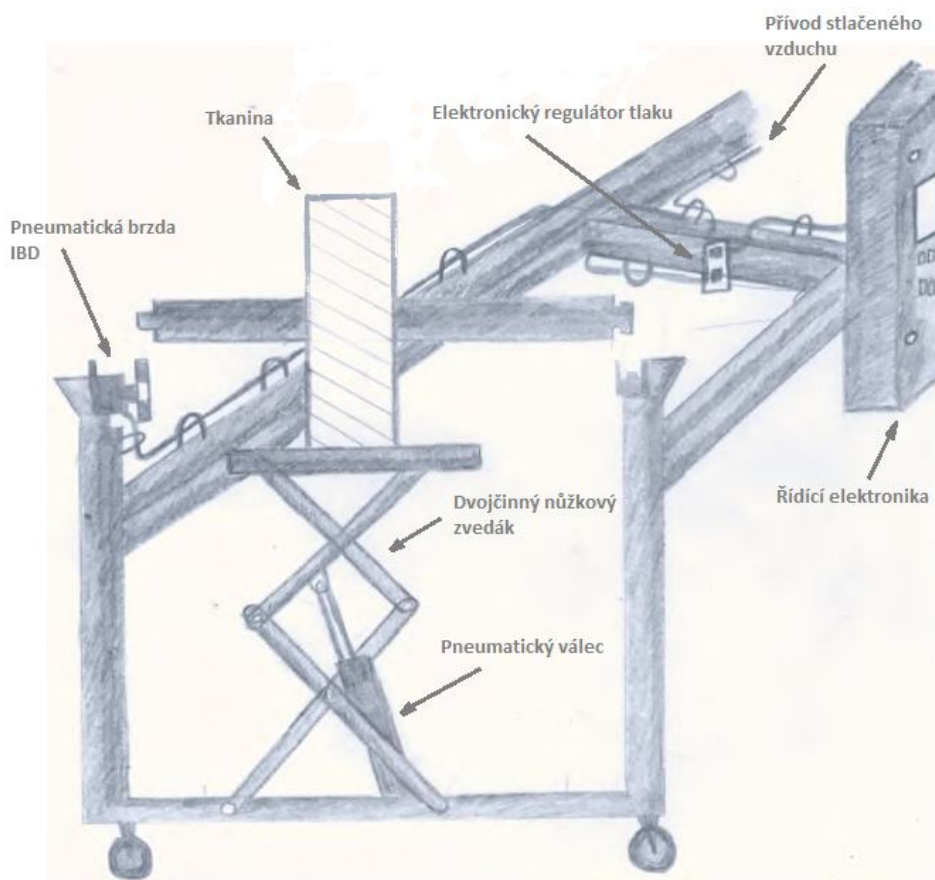
Obr. 6.8 Ventil Norgren
VP50 [10]

Charakteristika průtoku v propustném směru:



Graf 6.3 Průtok ventilem- napájecí tlak 11 bar [10]

Koncept č. 1



Obr. 6.9 Koncept č. 1

Předpokládaný maximální brzdný moment je 250 Nm. Převíjecí stroj je za chodu neustále připojen k elektrické síti a na tlakový vzduch. S ohledem na cenu přestavby a parametry jednotlivých typů je v konceptu č. 1 uvažována elektromagnetická nebo kotoučová brzda nechlazená- typ DSB „double disc brakes“ Membrane II s maximálním brzdným momentem 440 Nm. Tato brzda je automaticky regulována elektronickým regulátorem tlaku. Na základě hodnot z čidla měřící průměr navíjené tkaniny a elektronického regulátoru tlaku bude řídicí elektronika spojitě měnit hodnotu brzdného tlaku a navíjecí síla bude po celou dobu převíjení konstantní.

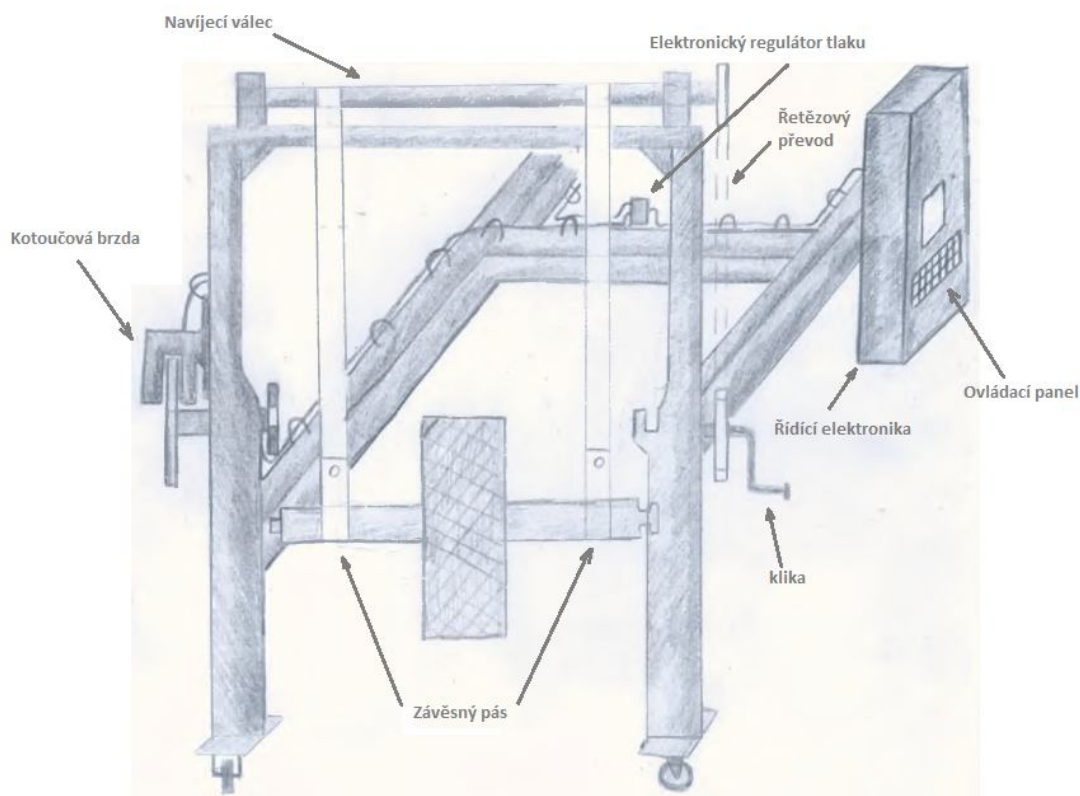
K nasazování a sesazování tkaniny na stroj bude sloužit dvojčinný nůžkový zvedák poháněný pneumatickým válcem. Zvedák s válcem bude uchycen přímo k rámu převíjecího stroje.



Výhody konceptu č. 1:

- nedochází k zatěžování pneumaticko rozšiřitelné hřídele
- kompatibilita s pneumaticko rozšiřitelnou hřídelí
- dostatečný brzdový účinek
- nedochází k zatěžování ložiska
- automatická regulace brzdící síly
- zvedání tkaniny pomocí nůžkového zvedáku

Koncept č. 2



Obr. 6.10 Koncept č. 2

K brždění válce bude použito kotoučové brzdy. Brzda bude vlastní konstrukce, se dvěma písty bez plovoucího třmenu. Regulovaný tlakový vzduch bude přiveden do obou komor brzdného třmenu. Brzdíč bude navržen tak, aby bylo možné použít unifikovanou brzdnu destičku z automobilového průmyslu. Uložení sklíčidla a kotouče bude řešeno z hlediska ceny a složitosti přestavby nejpravděpodobněji standardizovaným uložením od firmy IBD (např. bezpečnostní sklíčidlo- patková verze „safety chucks foot version“– obr. 6.7). K pneumatické regulaci brzdného účinku bude sloužit elektronický regulátor. Čidlo průměru navíjené tkaniny je již součástí stroje. Informace z čidla budou doručovány do řídicí elektroniky. V řídicí elektronice bude uloženo několik typů převíjecích programů dle typu tkaniny. Pomocí ovládacího panelu zvolí vždy obsluha vhodný převíjecí program.

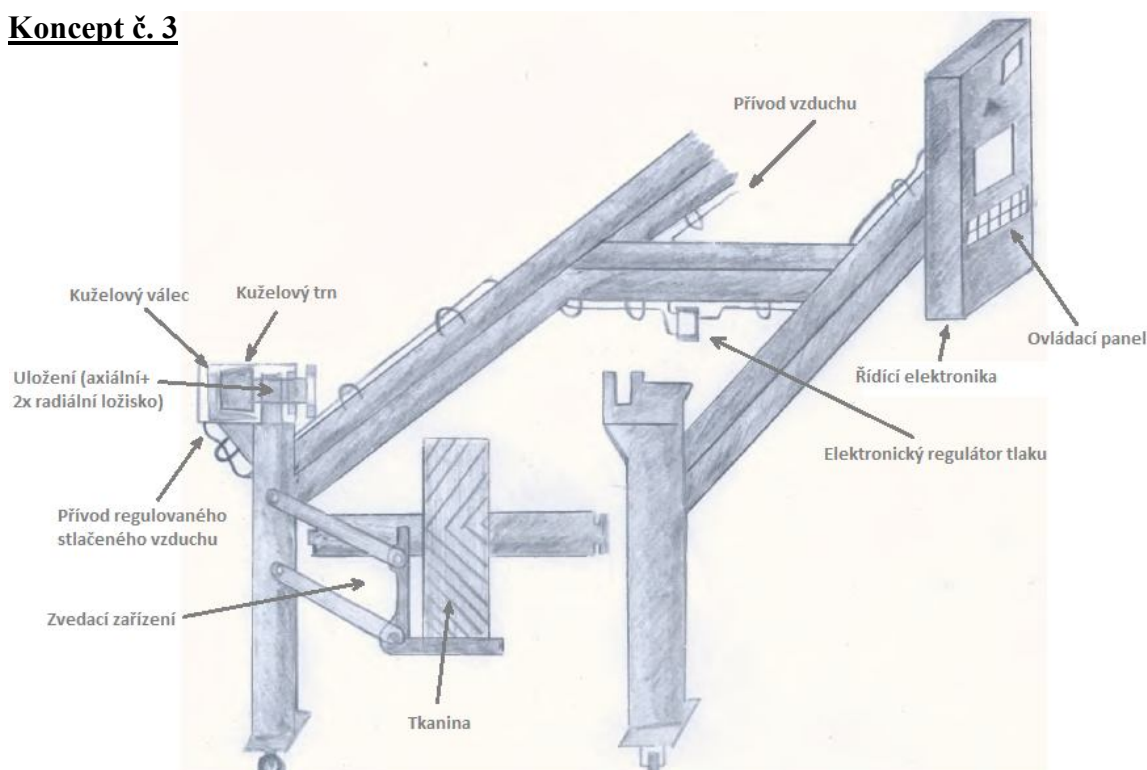
Stroj bude doplněn zvedacím zařízením, pomocí něhož bude možné zvedat tkaninu s válcem do pracovní polohy. Zvedání bude řešeno jednoduchým navijákem poháněným přes řetěz a řetězové kolo od kliky. Tato klika bude umístěna v poloze přijatelné pro obsluhu. Při návrhu je uvažováno, že stroj bude obsluhovat muž evropského stylu. Jakmile bude tkanina s válcem v pracovní výšce, může obsluha na jedné straně upnout válec do sklíčidla brzdy a na druhé straně do sklíčidla motoru. V okamžiku, kdy budou oba válce s tkaninou upnuté



v pracovní poloze, odepne obsluha závěsné pásy a navine je na navíjecí válec tak, aby nepřekážely při převíjení.

Výhody konceptu č. 2:

- nedochází k zatěžování pneumaticko rozšiřitelné hřídele
- dostatečný brzdový účinek
- nedochází k zatěžování ložiska
- automatická regulace brzdové síly
- jednoduchý zvedací mechanismus

Koncept č. 3*Obr. 6.11 Koncept č. 3*

Jelikož má kuželová brzda vzhledem k velkému úhlu opásání větší účinek než brzda čelistová a kotoučová, je v tomto návrhu použita kuželová brzda vlastní výroby. Síla v brzdovém třmenu je vyvolána pomocí stlačeného vzduchu, který je plynule regulován řídicí elektronikou na základě údajů z optického senzoru, který měří průměr navinuté tkaniny. Řídící elektronika umožňuje obsluze výběr jednoho z předem naprogramovaných převíjecích programů. Tyto programy se liší zejména v převíjecí síle, protože každý typ převíjené tkaniny musí být utahovaný jinou silou. Některé typy tkanin je potřeba při rozjíždění napínat větší silou a tu pak postupně zmenšovat. Takto by měl každý typ tkaniny sestaven svůj vlastní převíjecí program a nemohlo by tak dojít k rozpadu tkaniny z důvodu malého utahování při navíjení, nebo naopak k přetržení z důvodu velkého utahování.

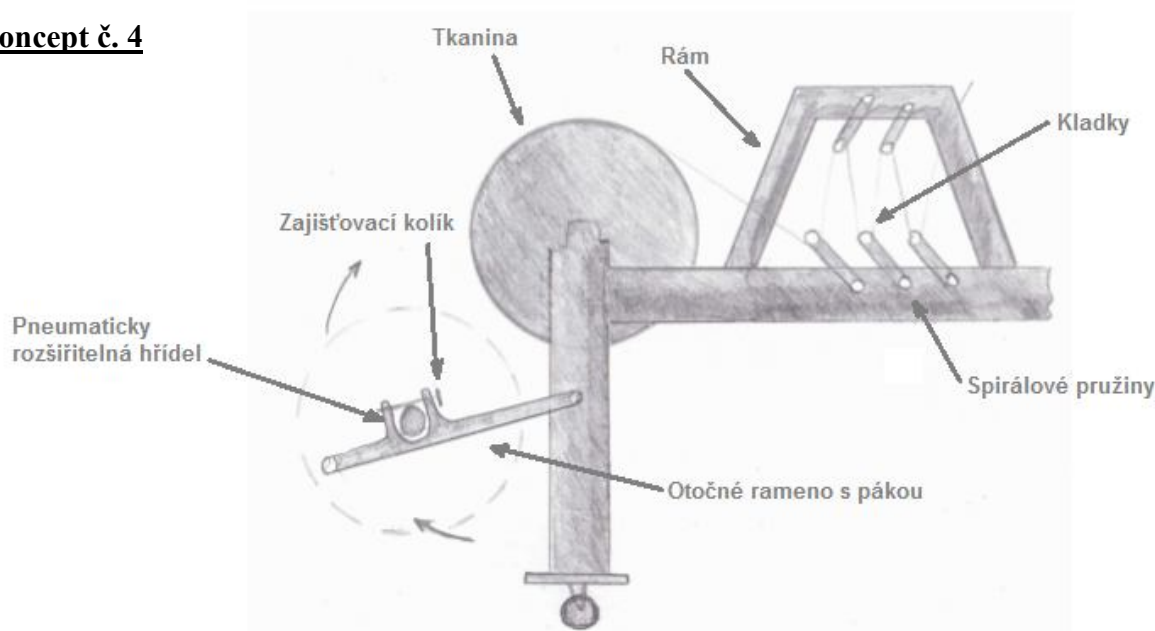
Ke zvedání tkanin s hřídelemi je možné využít zvedacího zařízení obr. 6.12. Toto zařízení je zpravidla složeno ze dvou párů ramen umístěných na čepech a zvedací plošiny. Pohon zvedáku může být elektrický nebo pneumatický.



Obr. 6.12 Možný způsob řešení zvedáku

Výhody konceptu č. 3:

- nedochází k zatěžování pneumaticko rozšiřitelné hřídele
- dostačující brzdny účinek
- nedochází k zatěžování ložiska
- automatická regulace brzdny síly
- jednoduchý zvedací mechanismus
- možnost volby převíjecího programu

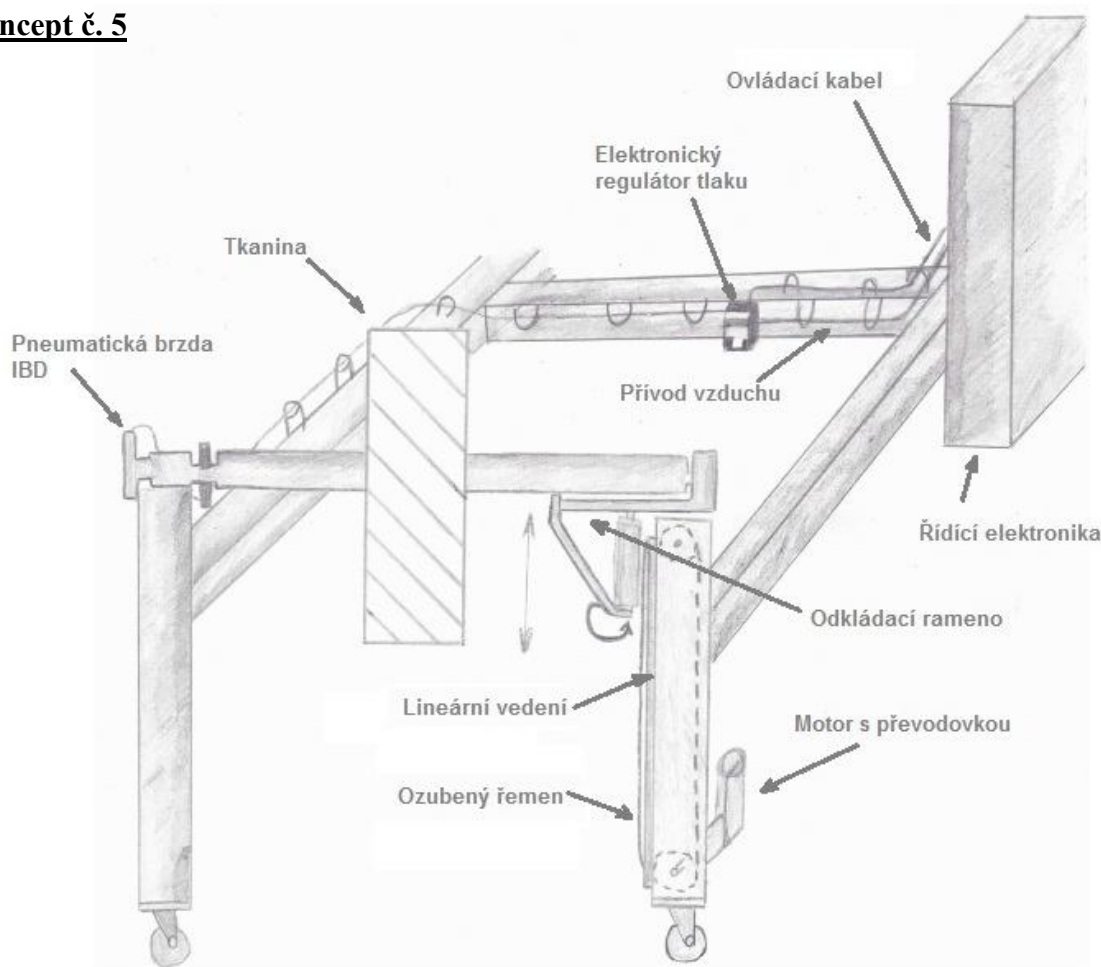
Koncept č. 4*Obr. 6.13 Koncept č. 4*

Zařízení obsahuje sadu kladek, které tkaninu napínají a brzdí, aby nedošlo k samovolnému rozvinutí. Díky tomuto řešení není nutné, aby byl válec s převíjenou tkaninou tak intenzivně bržděný. Odpadá i plynulá regulace brzdné síly. Na druhou stranu musí být zařízení doplněno o další rám obsahující několik ramen s kladkami, přes které bude tkanina procházet a bude těmito kladkami napínána. Síla v kladkách je vyvinuta pomocí spirálových pružin. U tohoto způsobu řešení napínání tkaniny není zaručeno, že bude tkanina při převíjení napínána stále konstantní silou.

K nasazování tkaniny na stroj slouží nakládací rameno. Rameno je připevněné na otočném čepu přímo k rámu stroje. V rameni je uložena, do kterého se zakládá pneumaticky rozšiřitelná hřídel s tkaninou, která se následně zajistí kolíkem proti pohybu. Pracovník uchopí páku ramene a otočí jej i s hřídelí a tkaninou do pracovní polohy. Tato varianta nasazování tkaniny ulehčí obsluhu namáhavou práci a její složitost, potažmo výrobní cena není velká.

Výhody konceptu č. 4:

- nedochází k zatěžování pneumaticko rozšiřitelné hřídele
- jednoduchý způsob napínání tkaniny
- nedochází k zatěžování ložiska
- bezporuchový zvedací mechanismus
- není nutný zásah do elektroniky zařízení

Koncept č. 5*Obr. 6.14 Koncept č. 5*

Podstatou této varianty je zvedací zařízení umístěné na lineárním vedení. Toto vedení je přímo přišroubované k jedné z noh rámu. Pohyb zvedáku zajišťuje elektromotor s převodovkou. Pohyb je zajištěn pomocí ozubeného řemene. Tento řemen je společně s řemenicemi umístěn uvnitř nohy stroje. Při manipulaci se tkaninou se pneumaticky rozšiřitelná hřídel otočí o 90° oproti pracovní poloze. V této poloze je pak možné s válcem s tkaninou pohybovat nahoru a dolů. Při odpojení z klíčidla se hřídel položí na odkládací rameno. Tato malá potřebná výchylka je řešena pomocí naklápěcího ložiska, v kterém je hřídel uložena.

K brždění odvíjeného válce je použita jedna z nabízených variant brzdových systému firmy IBD. Vzhledem k tomu, stroj pracuje se stlačeným vzduchem a přístup k němu je ve firmě velmi snadný, bude použita jedna z variant pneumatických brzd. Aby byla zajištěna konstantní převíjecí síla, je použit k regulaci brzdného účinku elektronický regulátor tlaku. Při tomto řešení je možné doplnit software stroje i o převíjecí programy na jednotlivé typy tkanin. Lze tak zajistit největší možnou jakost převinutí.



Výhody konceptu č. 5:

- jednoduché nasazování tkaniny na stroj
- zajištění vysoké kvality převinutí
- zvedání do pracovní polohy není realizováno přes tkaninu
- kompatibilita brzdy s pneumaticky rozšiřitelnou hřídelí

7. Hodnocení inovačních návrhů

Zde jsou jednotlivé koncepty podrobně rozebrány. Bylo stanoveno deset nejdůležitějších parametrů, které se u každého konceptu hodnotí. V prvním kroku jsou jednotlivé parametry ohodnoceny podle jejich důležitosti, je jim přiřazena tzv. váha. Váha jednotlivých parametrů může nabývat hodnot od 1 do 10.

Následně jsou jednotlivé parametry konceptů bodově ohodnoceny. Za každé kritérium může jednotlivý návrh získat až 10 bodů.

Přiřazení váhových faktorů

- Složitost konstrukce:

Toto kritérium udává celkovou náročnost konstrukce jednotlivých dílů potřebných k přestavbě. Se složitostí konstrukce zároveň stoupá složitost výroby potažmo i výrobní cena. Závislost mezi náročností konstrukce a počtem udělených bodů je nepřímá úměrná- vyšší složitost= menší počet bodů.

Inovovaným zařízením je jednoúčelový stroj s jednoduchou konstrukcí. Tento stroj nepřidává produkovaným výrobkům hodnotu. Z tohoto důvodu, je důležité, aby i přestavba stroje byla co nejméně konstrukčně náročná. Tomuto kritériu je proto udělena váha **8 bodů**.

- Cena:

Kritérium ceny je velice úzce spojeno s kritériem „složitost konstrukce“. Jak je již popsáno v předchozím odstavci a s ohledem na přání vedení firmy je nutné dosáhnout co nejnižší ceny přestavby. Proto je tomuto kritériu udělena váha také **8 bodů**.

- **Doba přestavby:**

Toto kritérium nám udává, v jakém časovém intervalu je nutné celou, nebo alespoň určitou část přestavby zrealizovat.

Převíjecí zařízení není součástí výrobní linky, ale jelikož nejde odhadnout, kdy bude zapotřebí převínout určitou tkaninu, je nutné, aby zařízení bylo v pohotovosti po celou dobu chodu výrobní linky. Z tohoto důvodu je nutné nové díly konstruovat tak, aby jejich montáž na stroj byla co nejsnadnější, nejrychlejší a doba odstávky stroje byla co nejkratší. Době přestavby je proto udělena váha **9 bodů**.

- **Ovladatelnost:**

Ovladatelnost nám udává, jak složitá je obsluha stroje. V současném stavu stroj obsluhují pouze zaměstnanci, kteří mají již zkušenosti s převíjením na tomto zařízení. Aby byly tkaniny vždy správně převínuté, je nutné mít tyto zkušenosti a umět tzv. improvizovat.

V případě, že bude zařízení obsahovat zvedací zařízení a bude možné nastavit vhodný převíjecí program dle typu tkaniny, ovladatelnost se velmi zjednoduší a stroj tak budou moci obsluhovat všichni pracovníci. Z těchto důvodů je ovladatelnost ohodnocena **7 body**.

- **Údržba:**

Údržba zařízení určuje, jak často je nutné na stroji provádět běžný servis tzv. „údržbu“. Jsou stroje, které potřebují nepřetržitou údržbu a operátor musí chodit stroje nepřetržitě kontrolovat. Na druhou stranu jsou i stroje tzv. bezúdržbové.

Inovované převíjecí zařízení patří do skupiny lehce údržbových strojů. Na stroji proto není potřeba věnovat mnoho času údržbě, jelikož jednoduchá konstrukce a jednotlivé díly stroje vyžadují pouze lehkou údržbu. Při inovaci je snaha tuto vlastnost zachovat. Údržbě stroje je tak přiřazeno **5 bodů**.

- **Kvalita převinutí:**

Při převíjení je nutné dodržet určitou kvalitu převinutí. Tkanina nesmí být při převíjení moc utahována, jelikož by mohlo dojít k jejímu natažení případně přetržení. Zároveň ale nesmí být tkanina při převíjení povolena, to by mohlo způsobit rozpad návinu. K dodržení správného utahovacího momentu je zapotřebí dodržet konstantní převíjecí rychlost a napínací sílu.

Zařízení se inovuje hlavně z důvodu zlepšení kvality převíjených tkanin, a proto je toto kritérium ohodnoceno plnými **10 body**.

- **Vzhled:**

Vzhled určuje optické vnímání zákazníkem. Zejména se jedná o linie, obrysy, barvu, strukturu, materiál nebo jiné zdobení výrobku.

Inovované zařízení bylo navrženo s ohledem na cenu, jednoduchost výroby, a funkčnost. Nikoli s ohledem na vzhled. Jedná se o jednoúčelové zařízení, pracující ve firmě, kterému vzhled nijak nepřidává hodnotu. Při inovaci není „mnoho prostoru“ pro zlepšení vzhledu a proto je ohodnocen pouze **2 body**.

- **Rychlost procesu:**

Rychlost procesu je časový interval od započetí prvního úkonu převíjení (nasazení hřídele do dutinky s tkaninou) do sundání převinuté tkaniny. Při inovaci zařízení se předpokládá, že dojde ke zrychlení převíjecího procesu.

Prevíjení tkanin nijak neovlivňuje takt výroby, jelikož se provádí mimo pracovní linku a to vždy v předstihu. Převinutá tkanina je tak vždy v čas připravena k zařazení do výroby. Rychlost procesu tudíž není kritickým faktorem inovace a proto je hodnocena **3 body**.

- **Spolehlivost:**

Jedná se o vlastnost a stav zařízení spočívající ve schopnosti plnit funkce, pro které je určen. V našem případě je nutné, aby bylo zařízení schopné převinout tkaninu v dané kvalitě a v potřebný okamžik.

I když není zařízení zapojeno do výrobní linky, je na jeho spolehlivosti postaven i chod jednotlivých linek. V případě, že by došlo k poruše převíjecího zřízení, je možné výrobní linku přestavit na jiný druh výrobku a po dobu opravy převíjecího zařízení vyrábět zatím jiný druh výrobku. Přestavba linky je složitá operce a dochází i tak ke značnému prostoji. Z tohoto důvodu je spolehlivosti převíjecího zařízení přiřazena váha **6 bodů**.

- **Fyzická náročnost obsluhy:**

Fyzická náročnost obsluhy je obrazem míry ergonomického návrhu zařízení. Zařízení by mělo být ergonomicky navrženo tak, aby obsluze nezpůsobovala nepřijatelnou zátěž.

V současném stavu je při práci na zařízení vyžadována vysoká fyzická zátěž pracovníka, a proto je stroj obsluhován pouze muži. Při návrhu inovace bude brán zřetel na snížení fyzické zátěže pracovníka při obsluze stroje a to až na tolik, aby stroj mohly obsluhovat i ženy. Tomuto kritériu je udělena váha **5 bodů**.

Hodnocení jednotlivých inovačních návrhů

Koncept č. 1

Pro připomenutí, koncept č. 1 spočívá v nahrazení koženého pásu koupnou brzdou od firmy IBD, která je zároveň výrobcem pneumaticko rozšiřitelných hřídelí. Díky tomu je vyřešen i upínací mechanismus hřídele a brzdy. Ke zvedání tkaniny do pracovní polohy stroje je použit dvojčinný nůžkový zvedák poháněné pneumatickým válcem.

- Složitost konstrukce:

Tato varianta řešení spočívá ve výběru vhodné varianty a velikosti brzdy dodávané firmou IBD Wickeltechnik GmbH. Po stanovení vhodného typu brzdy se pouze konstrukčně upravuje rám stroje tak, aby bylo možné brzdu upnout. Složitost konstrukce nůžkového zvedáku bude již o něco složitější. Při konstrukci zvedáku je nutné, aby bylo zařízení řešeno modulově. Rám stroje se tak opatří pouze úchyty pro zvedák, který se vyrobí a sestaví již před odstavením stroje z provozu. Celková složitost konstrukce je tak ohodnocena **8 body**.

- Cena:

Přesto že složitost konstrukce je v této variantě poměrně nízká, cena elektromagnetických brzd je vysoká. V případě použití pneumatických brzd pořizovací cena klesá. Ke zvedacímu zařízení je nutné zakoupit pouze pneumatický válec, jinak je zařízení celé vyrobeno ve vlastních dílnách. Parametr ceny této varianty je hodnocen **6 body**.

- Doba přestavby:

- Při úpravě rámu převíjecího zařízení tak, aby na něj bylo možné upnout brzdu firmy IBD je zapotřebí několik konstrukčních úprav. Zvedací zařízení je možné sestavit mimo stroj a v době odstávky převíjecího zařízení se k rámu přivaří pouze úchyty, které budou zvedák držet. Ačkoli je nutný konstrukční zásah do rámu stroje lze přestavbu hodnotit **7 body**.

- **Ovladatelnost:**

Po inovaci zařízení bude válec s tkaninou bržděný automaticky a výběr určitého typu brzdy nám nijak parametr ovladatelnosti neovlivní. Je zde nutné akorát hodnotit složitost zakládání pneumaticko rozšiřitelné hřídele do brzdy. Jelikož brzda i hřídel jsou výrobky firmy IBD, lze předpokládat snadné zakládání. Ovládání zvedacího zařízení bude zajištěno jedním třípolohovým ventilem typu nahoru-stop-dolu. Ovladatelnost zvedacího zařízení tak bude velmi jednoduchá- **9 bodů**.

- **Údržba:**

S ohledem na vlastnosti celého zařízení, které lze charakterizovat jako lehce údržbové, je možné pneumatickou i elektromagnetickou brzdu hodnotit jako bezúdržbovou. Interval údržby brzdového systému postačuje stejně dlouhý, jako interval údržby celého stroje. Nůžkovému zvedacímu zařízení poháněné pneumatickým válcem postačuje opět interval údržby stejný jako u celého stroje a proto je možné hodnotit **9 body**.

- **Kvalita převinutí:**

U brzd IBD lze říci, že všechny tři varianty jsou schopné zajistit konstantní převíjecí rychlost a napínací sílu. Jelikož je při zvedání hřídele do pracovní polohy namáhán i návin tkaniny, může tak být ovlivněna kvalita. Proto je toto kritérium hodnoceno **7 body**.

- **Vzhled:**

U nakupovaných brzd již nelze nijak ovlivnit jejich vzhled, ten je tak možné měnit pouze úpravou jiných dílů. Vzhled IBD brzd je pro průmyslové využití dostačující. Vzhled zvedacího zřízení lze v tento okamžik hodnotit pouze na základě skic jednotlivých konceptů. Vzhled celého zařízení je hodnocen **5 body**.

- **Rychlost procesu:**

IBD brzdy jsou schopné brzdit i při velmi vysokých rychlostech převíjení, ačkoli nároky na rychlost převíjení nejsou vysoké. Zakládání válce do brzdy je také poměrně jednoduché. Rychlost zvedání pomocí nůžkového zvedáku je vysoká, jelikož není třeba dalších pomocných úkonů. Tomuto hodnoticímu kritériu je tak možno přidělit **7 bodů**.

- **Spolehlivost:**

Firma IBD Wickeltechnik GmbH se zabývá výrobou elektromagnetických brzd více jak 20 let a tyto brzdy tak patří k nejvíce testovaným a inovovaným produktům a proto je spolehlivost těchto brzd velmi vysoká. U brzd kotoučových je spolehlivost nepatrně nižší. Pokud bude zvedací zařízení správně konstruováno a pokud bude použit kvalitní pneumatický válec, lze předpokládat, že i spolehlivost zvedacího zařízení bude vysoká. Celková spolehlivost zařízení je **8 bodová**.

- **Fyzická náročnost obsluhy:**

U brzd lze opět hodnotit pouze způsob zakládání válce s tkaninou do brzdy. V případě IBD brzd je nutné válec správně založit a přesunout přesuvník. Tento úkon by měla zvládnout i žena. Při zvedání je nutné tkaninu přemístit na plošinu zvedáku. Dále je nutném ji jednou rukou přidržovat a druhou ovládat ventil zvedáku. Z ergonomického hlediska jsou tyto úkony zvládnutelné i pro ženy. Fyzická náročnost při obsluze zařízení je nízká, a tak ji lze ohodnotit **8 body**.

Koncept č. 2

Pro připomenutí, v konceptu č. 2 je použito kotoučové brzdy vlastní konstrukce. Brzdíč je navržen tak, aby bylo možné použít unifikovanou brzdnu destičku z automobilového průmyslu. Uložení válce je řešeno standardizovaným uložením. Zvedání válce s tkaninou je řešeno jednoduchým navijákem poháněným přes řetěz a řetězové kolo od kliky.

- **Složitost konstrukce:**

Konstrukce kotoučové brzdy je složitější než u předchozího konceptu, kde se brzda nakupovala a konstruovalo se pouze upnutí brzdy. Nic méně lze předpokládat, že bude jednodušší než konstrukce napínacích kladek. Při pohledu na obrázek konceptu lze tvrdit, že konstrukce zvedacího zařízení bude složitá. Celá konstrukce lze navrhnout tak, aby většina dílů zvedacího zařízení byla unifikovaná a výroba, potažmo cena byla tak co nejjednodušší a nejlevnější. Složitost konstrukce lze ohodnotit **7 body**.

- **Cena:**

I přes větší pracnost, by cena kotoučové brzdy vlastní konstrukce měla být nižší, než cena nakupované brzdy od firmy IBD. I přes to, že složitost konstrukce

zvedacího zařízení bude složitější než v předchozím případě, výrobní cenu lze předpokládat nižší. Není nutné kupovat 2 ks pneumatických válců. Cena tohoto konceptu přestavby je hodnocena **7 body**.

- **Doba přestavby:**

Kotoučovou brzdu je možné opět vyrobit v předstihu tak, aby doba odstávky byla co nejkratší. V době odstávky se rám stroje doplní pouze o úchyty kotoučové brzdy. Oproti tomu při realizaci zvedacího zařízení je nutné mít stroj odstavený po celou dobu přestavby. Dochází zde k velkému konstrukčnímu zásahu do rámu stroje. Proto je tato varianta inovace hodnocena pouze **6 body**.

- **Ovladatelnost:**

I v tomto konceptu se počítá s tím, že uložení hřídele je řešeno standardizovaným uložením podobným předchozí variantě. Ovladatelnost zvedacího zařízení je v tomto případě mnohem složitější. Obsluha musí nejprve hřídel s tkaninou upnout pomocí popruhu, poté ji musí pomocí kliky zvednout a následně založit do uložení. Ovladatelnost se proto mnohem zhorší a proto je tato varianta hodnocena pouze **6 body**.

- **Údržba:**

Způsob brzdění válce s tkaninou je řešen brzdou vlastní konstrukce. Při návrhu brzdy bude brán zřetel na to, aby se interval údržby stroje nezkrátil. Systém brzdění bude obdobný automobilovému průmyslu, kde je životnost brzd velmi vysoká. Převíjecí zařízení je využíváno jen zřídka. Oproti tomu zvedací zařízení bude vyžadovat častější údržbu (mazání, napínání řetězu, aj.). Z tohoto důvodu je varianta hodnocena **5 body**.

- **Kvalita převinutí:**

U navrhované brzdy lze opět říci, že bude schopná zajistit konstantní převíjecí rychlost a napínací sílu. Při zvedání hřídele do pracovní polohy není tkanina nijak namáhána, tudíž je tato varianta hodnocena **8 body**.

- **Vzhled:**

Oproti předchozí variantě má zde konstruktér, při konstrukci brzdy, stále možnost ovlivnit částečně vzhled stroje. Opatření stroje tímto druhem zvedacího zařízení vyžaduje velký konstrukční zásah, který dosavadní vzhled stroje velmi změní.

Vzhledový parametr je možné v tento okamžik hodnotit pouze na základě skici. Toto kritérium je v tomto případě hodnoceno **4 body**.

- **Rychlost procesu:**

Kotoučové brzdy jsou opět schopné brzdit i při velmi vysokých rychlostech převíjení, ačkoli nároky na rychlost převíjení nejsou vysoké. Zakládání válce do uložení je stejné jako v předchozí variantě. Doba zvednutí válce s tkaninou a založení se v případě použití navíjecího válce prodlouží- **6 bodů**.

- **Spolehlivost:**

Spolehlivost kotoučových brzd používaných v automobilovém průmyslu je velmi vysoká a je proto možné předpokládat, že i v našem případě bude spolehlivost brzdy dosti vysoká. S ohledem na počet součástí zvedacího zařízení a způsobu jeho funkce je spolehlivost o něco málo nižší než při použití nůžkového zvedáku. Spolehlivosti zařízení je přiděleno **7 bodů**.

- **Fyzická náročnost obsluhy:**

U brzd lze opět hodnotit pouze způsob zakládání válce s tkaninou. V případě použití univerzálního sklíčidla je opět pouze nutné válec správně založit a přesunout přesuvník. Tento úkon by měla zvládnout i žena. Ke zvedání válce s tkaninou není použito pneumatického pohonu a je nutné, aby obsluh vynaložila určitou fyzickou práci. Parametr fyzické náročnosti se tak zhorší, proto je hodnocen **6 body**.

Koncept č. 3

Pro připomenutí, v konceptu č. 3 je použito kuželové brzdy vlastní konstrukce. Brzdíč je navržen tak, aby ovládacím médiem brzdy byl regulovaný stlačený vzduch. Uložení válce je řešeno standardizovaným uložením. Ke zvedání válce s tkaninou je použit dvouramenný zvedák. Ramena jsou uložena na čepech připevněných k rámu stroje, pohon zvedáku je zajištěn elektrickým motorem.

- **Složitost konstrukce:**

Konstrukce kuželové brzdy je přibližně stejně složitá jako konstrukce kotoučové brzdy. Při použití kuželové brzdy není nutné nakupovat brzdnu destičku. Složitost konstrukce zvedacího zařízení je ještě jednodušší než v konceptu č. 1. Z celkového pohledu na složitost konstrukce této varianty inovace lze hodnotit **7 body**.

- **Cena:**

Náklady na výrobu kuželové brzdy budou srovnatelné s náklady na výrobu brzdy kotoučové. Náklady na výrobu dvouramenného zvedáku stoupnou nákupem elektrických motorů. Nicméně, náklady na implementaci dvouramenného zvedacího zařízení jsou srovnatelné s náklady u konceptu č. 1. Z těchto důvodů je varianta ohodnocena shodně s konceptem č. 1., tedy **6 body**.

- **Doba přestavby:**

Jako v předchozí variantě je možné brzdou opět vyrobít v předstihu a zkrátit tak dobu přestavby. Jakmile se stroj odstaví, připevní se ke stroji opět úchyty pro brzdu, čepy pro ramena zvedáku a úchyty pro motor zvedáku. Zásah do rámu stroje je u této varianty malý a tak i doba přestavby této varianty bude krátká. Je tak možné tuto variantu hodnotit **7 body**.

- **Ovladatelnost:**

V případě, že uložení hřídele bude řešeno standardizovaným IBD sklíčidlem zůstává ovladatelnost stejná jako u konceptu č. 1. Je možné použít i sklíčidlo vlastní konstrukce, při zachování stejné ovladatelnosti. Tímto způsobem řešení upínání by došlo pravděpodobně i ke snížení nákladů přestavby. Ovládání zvedacího zařízení je opět řešeno jedním třípolohovým tlačítkem. Uživatelské rozhraní bude řešeno nejpravděpodobněji dvouřádkovým display a několika tlačítky sloužící k výběru vhodného převíjecího programu. Ovladatelnost této varianty je jednoduchá, hodnocena **9 body**.

- **Údržba:**

Údržba takto inovovaného zařízení by měla být velmi jednoduchá. Elektromotory pohánějící zvedací zařízení téměř žádnou údržbu nevyžadují. Pokud budou otočná ramena zvedáku uložena na ložiskách, tak i zvedací zařízení bude tzv. bezúdržbové. Je nutné pouze kontrolovat stav kuželové brzdy. Celkový parametr údržby tohoto systému je tudíž hodnocen **8 body**.

- **Kvalita převinutí:**

Brzdný účinek kuželové brzdy bude ovládán elektronickým regulátorem tlaku, tak, aby byla tkanina napínána stále konstantní silou. Řídící elektronika bude obsahovat několik typů převíjecích programů. Tyto programy bude potřeba správně naprogramovat, případně během provozu upravit tak, aby kvalita převinutí byla co

nejlepší. Pro správnou funkci zařízení bude nutná společná práce konstruktéra a programátora. Kuželová brzda má ze všech dosud použitých brzd největší brzdný účinek. Lze tak předpokládat, že nám zajistí dostatečnou kvalitu převínutí- **7 bodů**.

- **Vzhled:**

Při konstrukci je možné brzdu zakrytovat, aby se nezhoršil vzhled stroje. Je ale nutné, navrhnout kryt tak, aby byl snadno odnímatelný. Při použití dvouramenného zvedáku zůstane zachován tzv. ráz zařízení a vzhled se nikterak nezhorší ani nezlepší. Lze tak hodnotit tento parametr neutrálně **5 body**.

- **Rychlost procesu:**

Rychlost procesu bude dána přípravou tkanin k převíjení a rychlostí převíjení. Doba přípravy tkanin k převíjení je stejně dlouhá jako při použití dvojčinného nůžkového zvedáku (koncept č. 1). Ačkoli má kuželová brzda nejlepší brzdý účinek, bude možné použít velmi vysoké rychlosti převíjení. Tím je možné zkrátit dobu procesu a lze tak tuto variantu ohodnotit **8 body**.

- **Spolehlivost:**

Spolehlivost vlastně konstruované brzdy bude stejná jako u brzdy kotoučové, která je také vlastní konstrukce. U kuželové brzdy nejsou žádné brzdové destičky, které by se opotřebovávaly a musely měnit. Tím spolehlivost brzdy nepatrně stoupne. Poměrně jednoduchá konstrukce zvedáku neobsahuje žádné rizikové díly a lze ho proto považovat za spolehlivý. Celková spolehlivost této přestavby je hodnocena **9 body**.

- **Fyzická náročnost obsluhy:**

Při obsluze stroje není nutná zvýšená fyzická náročnost obsluhy- **8 bodů**. Celá přestavba je koncipována tak, aby stroj mohly obsluhovat i ženy. Aby námaha obsluhy byla co nejnižší, je pohon zvedacího zařízení zajištěn elektromotorem. Ovládání zvedacího zařízení zajišťuje třípolohové tlačítko a zakládání válce do sklíčidla je stejně fyzicky náročné, jako u předchozích variant.

Koncept č. 4

Koncept č. 4 se od ostatních variant odlišuje tím, že neobsahuje brzdu na válci, který je odvíjen. Zařízení obsahuje sadu kladek, které tkaninu napínají a brzdí, aby nedošlo k samovolnému rozvinutí. U tohoto způsobu řešení napínání tkaniny není zaručeno, že bude tkanina při převíjení napínána stále konstantní silou. K nasazování tkaniny na stroj slouží nakládací rameno. Celé rameno se s hřídelí a tkaninou otočí do pracovní polohy (obr. 6.13).

- **Složitost konstrukce:**

U této varianty není nutné konstruovat brzdu, ale upravuje se rám stroje, který po úpravě obsahuje sadu kladek. Způsob zvedání tkaniny do pracovní polohy je řešen velmi jednoduchým způsobem. Složitost této konstrukce není náročná, a proto je ohodnocena **8 body**.

- **Cena:**

Při realizaci tohoto způsobu přestavby není třeba kupovat elektronický regulátor tlaku ani pneumatické válce nebo elektrické motory. Lze tak tvrdit, že tato přestavba vyjde cenově nejlevněji ze všech a proto je hodnocena **10 body**.

- **Doba přestavby:**

Jelikož je nutný poměrně velký konstrukční zásah do rámu stroje, je nutné mít stroj odstavený po celou dobu přestavby. Rám stroje se musí opatřit ještě jedním rámem, nesoucí napínací kladky. Zvedací zařízení je možné opět vyrobit v předstihu a ušetřit tak čas nezbytně nutný na odstavení stroje. Celková doba přestavby bude delší než u varianty č. 1 a č. 3 a bude srovnatelně dlouhá s délkou přestavby varianty č. 2, proto je hodnocena stejným počtem **6 bodů**.

- **Ovladatelnost:**

Před započítáním převíjení bude vždy nutné tkaninu protáhnout mezi jednotlivými napínacími kladkami. Zároveň se při změně typu tkaniny bude muset nastavit jiné předpětí pružin, protože se každý typ tkaniny utahuje jinou silou. Ovladatelnost zařízení se tak oproti jiným variantám, kde toto bylo automatické, velmi zhorší. Tento parametr lze tak hodnotit pouze **4 body**.

- **Údržba:**

Systém napínacích kladek je složen z ramen, uložení, ložisek a pružin. Údržba takového systému není náročná. Zvedací zřízení je složeno z otočného ramena

s pákou. Tento systém zvedání tkaniny lze považovat tzv. za bezúdržbový. Parametr údržby takto přestaveného stroje je hodnocen **9 body**.

- **Kvalita převinutí:**

Tato varianta napínání převíjené tkaniny neobsahuje brzdu na odvíjeném válci, ale sadu napínacích kladek, přes které prochází tkanina. U tohoto systému se utahovací síla nastavuje předpětím pružin na kladkách. Není tak možné nastavit vyšší utahovací sílu při počátku převíjení a pak sílu postupně snižovat. Není zde ani možný výběr převíjecího programu dle typu tkaniny. Kvalita převinutí tak oproti předchozím variantám rapidně klesá- **4 body**.

- **Vzhled:**

Ačkoli tato inovace spočívá ve změně konstrukce stroje, vzhled se oproti stávajícímu řešení změní. Nic méně, přídatný rám je navržen tak, aby byl vyroben ze stejných konstrukčních polotovarů, jako je vyroben současný rám stroje. Vzhled stroje se velmi změní a parametr této přestavby je tak hodnocen **4 body**.

- **Rychlost procesu:**

U této varianty se musí tkanina provléci nejprve sadou kladek a pak teprve přes válce vyrovnávacího zařízení. Následně je nutné nastavit správné předpětí pružin kladek, čímž se nastavuje utahovací síla. Čas přípravy stroje k převíjení se tak prodlouží. Samotné převíjení se pak musí probíhat při nižších rychlostech. Rychlost procesu této varianty je tak ohodnocena **6 body**.

- **Spolehlivost:**

S ohledem na jednoduchost této varianty lze předpokládat vysokou spolehlivost. Zvedací zařízení je složeno pouze z ramene a páky. Napínací kladky jsou uloženy v kuličkových ložiskách, které mají vysokou životnost. Pokud budou správně navrženy pružiny a nebudou přetěžovány, má systém velmi vysokou životnost i spolehlivost- **9 bodů**.

- **Fyzická náročnost obsluhy:**

Jelikož zvedací zařízení neobsahuje elektrický ani pneumatický pohon, je při zvedání tkaniny do pracovní polohy nutné vynaložit určitou sílu. V tomto případě lze předpokládat, že stroj by mohli obsluhovat pouze muži. Nároky na fyzickou náročnost obsluhy jsou oproti předchozím variantám vyšší, a proto je tento koncept hodnocen **5 body**.

Koncept č. 5

V konceptu č. 5 je použita jedna z pneumatických brzd firmy IBD. Tato brzda je regulována pomocí elektronického regulátoru tlaku. U této varianty se pneumaticky rozšiřitelná hřídel stává součástí stroje a není tak zapotřebí žádná další manipulace s hřídelí. Tkanina je zvedána do pracovní polohy zvedacím zařízením uloženým na lineárním vedení. Toto zařízení obsahuje odkládací rameno, do kterého se v případě nasazování a sesazování hřídel pokládá.

- Složitost konstrukce:

Při konstrukci zvedacího zařízení je nutné vynaložit určité úsilí. V žádném případě se ale nejedná o složitou konstrukci. Vzhledem k tomu, že brzda není vyráběna, ale nakupována je složitost konstrukce poměrně malá. Celkově tak lze složitost konstrukce této varianty hodnotit **7 body**.

- Cena:

Pneumatické brzdy firmy IBD jsou druhé nejlevnější, hned po brzdách ovládaných manuálně. Brzdy ovládané manuálně není možné při zajištění našich požadavků použít. Pak lze tedy pneumatickou brzdu označit za nejlevnější možnou variantu. Náklady na výrobu zvedacího zařízení jsou srovnatelné s konceptem č. 1. Po shrnutí těchto dvou faktů lze parametr ceny ohodnotit **7 body**.

- Doba přestavby:

I u této varianty lze jednotlivé díly potřebné k přestavbě vyrobit v předstihu, bez dlouhé odstávky stroje. Při odstavení stroje dojde k výměně dvou noh, jinak rám zůstává původní. Oproti variantě č. 3 dojde k úspoře času, ačkoli není nutná konstrukce ani výroba brzdy. Dobu přestavby je možné tak hodnotit **7 body**.

- Ovladatelnost:

Nastavování způsobu převíjení bude řešeno přes uživatelské rozhraní pomocí několika tlačítek a digitálního displeje. Uživatel si bude vybírat pouze převíjecí program a bude tak ušetřen o zadávání dalších hodnot potřebných k převíjení jako v současné době. U jediné této varianty se pneumaticky rozšiřitelná hřídel stává součástí stroje. Tím odpadá složitá manipulace s hřídelí a celková ovladatelnost zařízení je velmi jednoduchá- **10 bodů**.

- **Údržba:**

Ačkoli je převíjecí zařízení používáno nárazově, není pravidelně kontrolováno a udržováno jako ostatní výrobní stroje ve firmě. Z tohoto důvodu je nutné zařízení konstruovat s ohledem na nízkou údržbu. Pneumatická brzda téměř žádnou údržbu nevyžaduje stejně jako zvedací zařízení, u kterého je dobré lineární vedení v určitých časových intervalech namazat. Z celkového pohledu není zařízení zatíženou pravidelnou údržbou a je tak možné toto kritérium hodnotit **8 body**.

- **Kvalita převinutí:**

Škála produktů firmy IBD je velmi široká. Firma dodává brzdy s brzdým momentem od 3 do 440 Nm, je tak možné si objednat brzdou s parametry, které nám vyhovují a zajistí kvalitní převinutí tkaniny. V případě že se během provozu zjistí, že tento typ brzdy nevyhovuje, je možné brzdou jednoduše vyměnit za jiný typ brzdy. Tkanina je při zvedání do pracovní polohy upnuta za dutinku, nikoli zvedána přes návin tkaniny. Je tak prakticky vyloučené aby obsluha při nasazování tkaninu nějakým způsobem poškodila. Tato varianta stroje nám zajistí nejkvalitnější převinutí- **10 bodů**.

- **Vzhled:**

Již při návrhu konceptu bylo bráno v úvahu, aby plánovaná inovace nikterak nezhoršila vzhled tohoto zařízení. Z toho důvodu byl převod ozubeným řemen vložen do vnitřku nohy zařízení. Vzhledově tak přibude u zařízení pouze rameno zvedáku, motor s převodovkou a pneumatická brzda. Vzhled zařízení tak zůstane zachován a proto je hodnocen neutrálně **5 body**.

- **Rychlost procesu:**

Rychlost procesu je hodnocena na základě přípravy tkaniny do pracovní polohy a následnou rychlostí převíjení. Proces přípravy tkaniny je oproštěn o manipulaci s hřídelí. Tento fakt poměrně zrychlí přípravnou fázi převíjení. Samotná rychlost převíjení je pak stejná jako u konceptu č. 1 a proto je díky zrychlené přípravě hodnocena o bod lépe **8 body**.

- **Spolehlivost:**

Zvedací zařízení ulehčí obsluze značně práci, ale v případě poruchy je stále možné tkaninu na stroj nasazovat ručně. Aby ale bylo možné převíjet, je nutné zajistit 100% funkčnost brzdového systému. Z tohoto důvodu je brzdění odvíjené tkaniny řešeno standardizovanou brzdou společnosti IBD, která má s výrobou těchto produktů



zkušenost již od roku 1992 a je tak zaručena vysoká kvalita těchto produktů. Parametr spolehlivosti této varianty tak nabývá hodnoty **8 bodů**.

- **Fyzická náročnost obsluhy:**

Tato varianta má díky pevně uložené pneumaticky rozšiřitelné hřídele nejmenší požadavky na fyzickou náročnost obsluhy- **9 bodů**.

8. Určení optimální varianty řešení

K výběru vhodné varianty, která bude dále konstrukčně řešena, je použita rozhodovací tabulka (tab. 8.1). V levém sloupci tabulky jsou hodnotící parametry, těmto parametrům je následně přiřazena jejich důležitost- váha. Váha jednotlivých parametrů nabývá hodnot od 1 do 10. Dále následují různé varianty řešení, kterým jsou přiřazeny body. Jednotlivé varianty řešení mohou být ohodnoceny od 1 do 10 bodů. Výsledné skóre jednotlivých konceptů je suma součinů váhy a získaných bodů z každého hodnotícího parametru.

Rozhodovací tabulka

parametr	váha	koncept č. 1	koncept č. 2	koncept č. 3	koncept č. 4	koncept č. 5
složitost konstrukce	8	8	7	7	8	7
cena	8	6	7	6	10	7
dobu přestavby	9	7	6	7	6	7
ovladatelnost	7	9	6	9	4	10
údržba	5	9	5	8	9	8
kvalita převinutí	10	7	8	7	4	10
vzhled	2	5	4	5	4	5
rychlost procesu	3	7	6	8	6	8
spolehlivost	6	8	7	9	9	8
fyzická náročnost obsluhy	5	8	6	8	5	9
skóre		472	411	468	416	512

Tab. 8.1 Rozhodovací tabulka



Závěr hodnocení

Po důkladném rozboru jednotlivých typů řešení získal největší počet bodů koncept č. 5. Tento koncept bude tedy dále konstrukčně řešen. Řešení spočívá v nahrazení koženého pásu pneumatickou brzdou IBD. Brzda je ovládána stlačeným vzduchem, který je plynule regulován elektronickým regulátorem tlaku. Tento regulátor dostává ovládací signály z řídicí elektroniky. Řídicí elektronika je doplněna o sadu převíjecích programů. Každý druh tkaniny má tak svůj převíjecí program. Pneumaticky rozšiřitelná hřídel se stane součástí zvedacího zařízení a odpadne tak poměrně fyzicky náročná a zdlouhavá manipulace. Celé zvedací zařízení je uloženo na lineárním vedení a je poháněno elektromotorem s převodovkou přes ozubený řemen.



9. Konstrukční návrh vybrané varianty

Návrh pneumatické brzdy

Při výběru vhodné pneumatické brzdy, je nutné znát parametry sklíčidla, ke kterému bude brzda upnutá. Dalším důležitým kritériem výběru je maximální potřebný brzdný moment. Z hlediska bezpečnosti práci je nutné, aby při stisknutí tlačítka „central stop“ došlo k zastavení obou rotujících návinů do 2s.

Vstupní hodnoty:

- Hmotnost tkaniny s hřídelí $m = 80 \text{ kg}$
- Poloměr návinu tkaniny $r = 700 \text{ cm} = 0,7 \text{ m}$
- Rychlost převíjení $v = 10 \text{ m/s}$

Výpočet:

- Při výpočtu vycházíme ze zákona o změně momentu hybnosti

$$L - L_0 = \int_0^t M \, dt$$

$$L - L_0 = M(t - t_0)$$

- V případě, že se těleso otáčí kolem pevné osy, jsou složky úhlové rychlosti k osám kolmým k rotační ose nulové a točivost lze zapsat jako: $L = J\omega$

$$J\omega = M(t - t_0) \quad n = v / (2\pi r) = 10 / (2 \times 3,14 \times 0,7)$$

$$J\omega = M(t - t_0) \quad n = 2,27 \text{ ot/s}$$

$$2M = \frac{1}{2}mr^2 2\pi n \quad t - t_0 = 2\text{s}$$

$$2M = 0,5 \times 80 \times 0,7^2 \times 2 \times 3,14 \times 2,27 \quad J = \frac{1}{2}mr^2$$

$$2M = 279,4 \text{ Nm} \quad \omega = 2\pi n$$

$$\mathbf{M = 140 \text{ Nm}}$$

Na základě výpočtu maximálního nutného brzdného momentu bude při konstrukci použita dvojitá membránová brzda s maximálním brzdným momentem 200 Nm typ Membran-I-DSB viz. katalogový list kotoučových brzd IBD, příloha č. 1.



Návrh zvedacího pohonu

Abychom zvolili správný pohon zvedacího mechanismu, musíme znát požadované otáčky a moment na výstupní hřídeli.

Požadavky na zvedací pohon:

Abychom mohli správně navrhnout zvedací pohon, je nutné zjistit maximální hmotnost sestavy, která má být pomocí pohonu zvedána. Dalším kritériem při návrhu je rychlost zdvihu.

Zátěž, která bude zvedána, je složena ze hmotnosti jednotlivých návinů tkanin, hmotnosti pneumaticky rozšiřitelné hřídele a vlastní hmotnosti zvedacího zařízení.

Velikost zátěže:

Návin tkaniny	70	kg
Pneumaticky rozšiřitelná hřídel	10	kg
<u>Zvedací zařízení</u>	<u>15</u>	<u>kg</u>
Celkem	95	kg

Jednotlivé hmotnosti tkanin byly konzultovány se zaměstnanci firmy Ontex CZ, hmotnost pneumaticky rozšiřitelné hřídele byla zvážena pomocí osobní váhy a hmotnost zvedacího zařízení je určena výpočtem hmotnosti 3D CAD modelu.

Rychlost zdvihu:

Požadovaná rychlost zdvihu je stanovena na 10 m/min. V našem případě to znamená, že zařízení vyjede z dolní polohy do montážní pozice za cca 6 s.

Výpočet M, n:

$$v = \pi \cdot D \cdot n \rightarrow n \quad - \text{průměr řemenice } D = 96 \text{ mm} = 0,096 \text{ m}$$

$$n = v / \pi \cdot D$$

$$n = 10 / 3,14 \cdot 0,096$$

$$n = 33,2 \text{ ot/min}$$

$$M_K = F \cdot D / 2$$

$$M_K = 950 \cdot 0,096 / 2$$

$$M_K = 45,6 \text{ Nm} \quad - \text{volím z katalogu převodový poměr } i = 100$$



Přepočet M , n :

$$M_K = 0,456/100$$

$$\mathbf{M_K = 0,456 \text{ Nm}}$$

$$n = 33,2 * 100$$

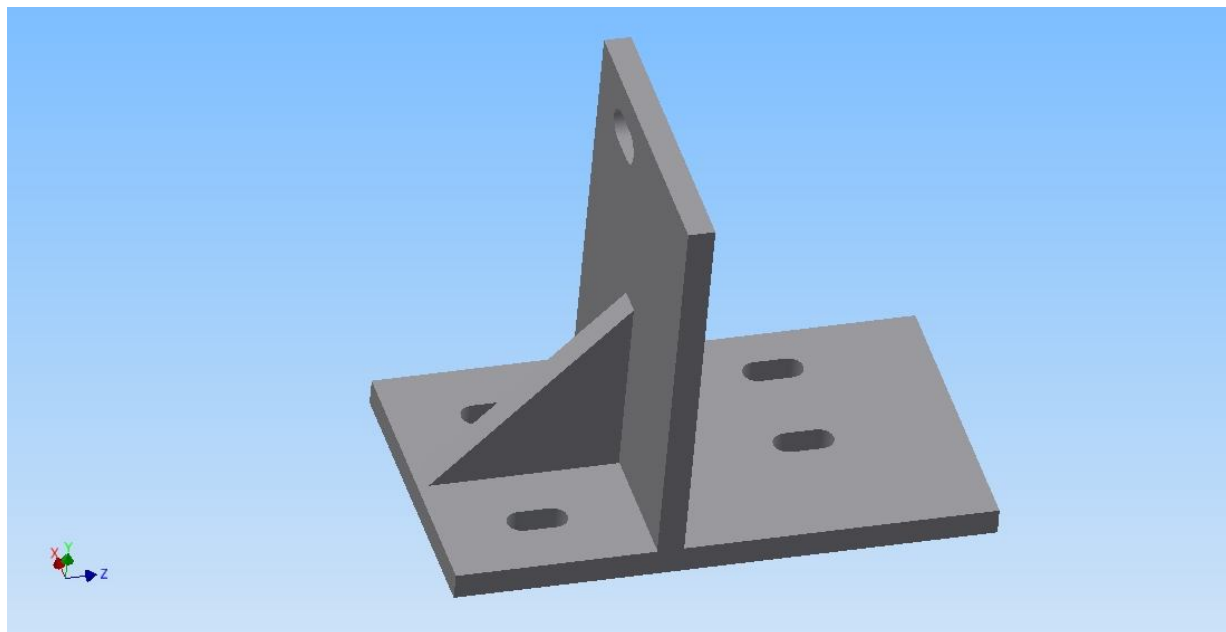
$$\mathbf{n = 3320 \text{ ot/min}}$$

Těmto parametrům odpovídá z katalogu BR Automation, viz příloha č. 3 a č. 4:

- Motor typ 8LSA33 s parametry $n = 6000 \text{ ot/min}$, $M_K = 0,6 \text{ Nm}$ s brzdou.
- Převodovka typ 8GA 40-80 dvoustupňová s parametry: $i = 100$, M_K nominální = 38 Nm , M_K maximální = 61 Nm

Pevnostní analýza držáku sklíčidla

Pro analýzu metodou konečných prvků byl zvolen držák sklíčidla (obr. 9.1). Tento držák je namáhán silou vyvinutou vlastní vahou převíjené tkaniny a vahou pneumaticky rozšiřitelné hřídele. Dále je tento držák namáhán momentem při brždění odvíjeného hřídele. Držák je vyroben z oceli 11 500.



Obr. 9.1 Držák sklíčidla

Vlastnosti součásti:

Materiál: 11 500

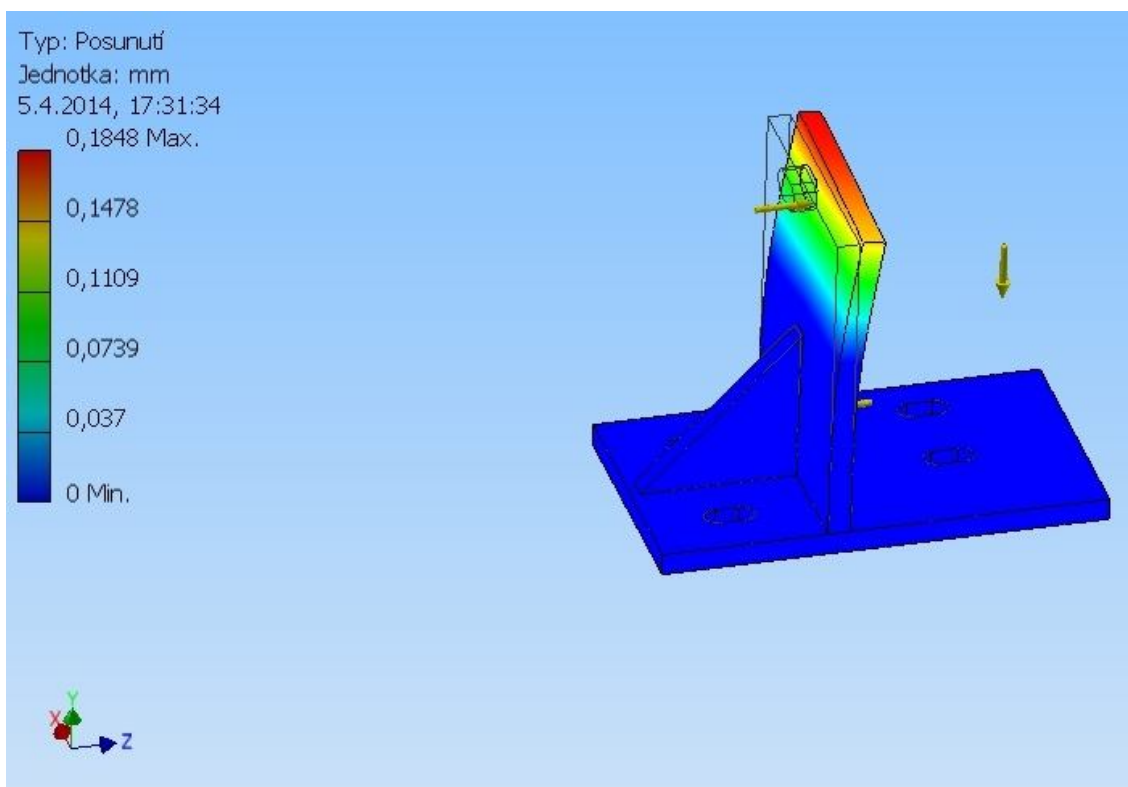
Mez pevnosti $R_m = 500-620 \text{ MPa}$

Mez kluzu $R_e = 260-290 \text{ MPa}$

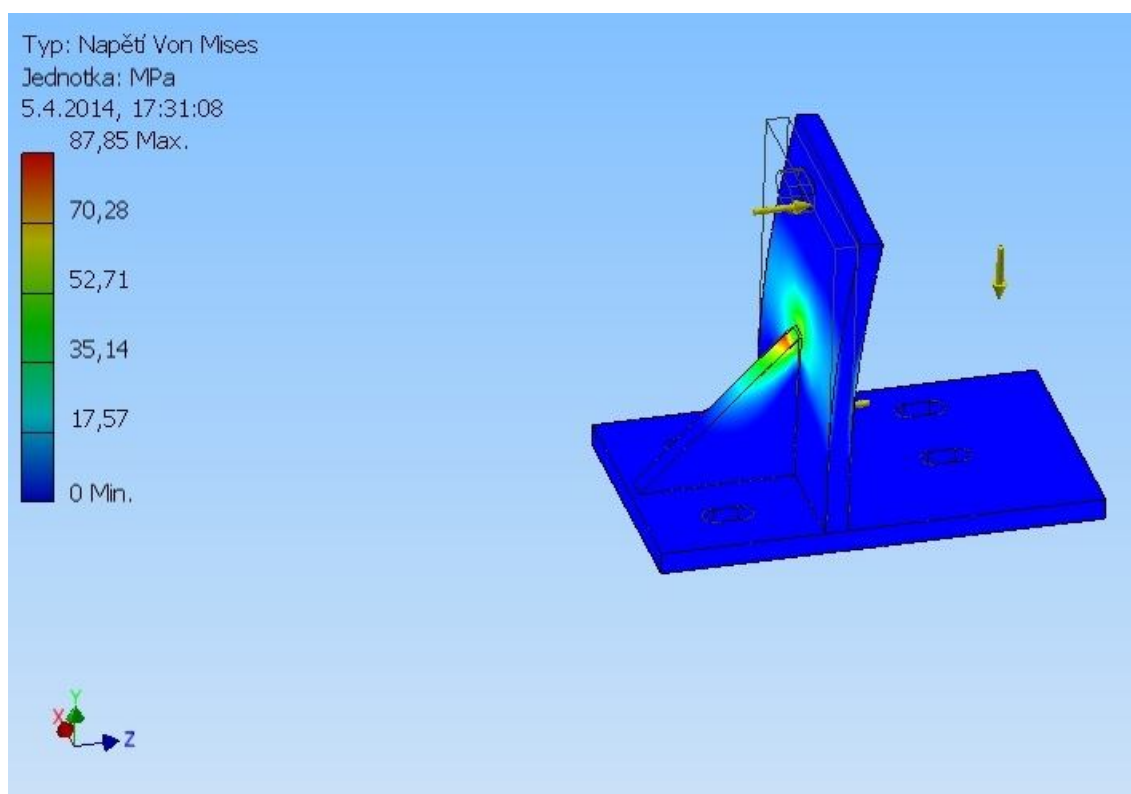
[3]

Simulace:

Při simulaci je součást držák sklíčidla (obr. 9.1) zatížen vzdálenou silou reprezentující hmotnost převíjené tkaniny a pneumaticky rozšiřitelné hřídele a dvěma silami reprezentující maximální brzdny moment 140 Nm.



Obr. 9.2 Držák sklíčidla- Posunutí



Obr. 9.3 držák sklíčidla- Napětí Von Misses

Na obr. 9.2 je znázorněno posunutí při maximálním zatížení součásti. Maximální hodnota deformace je v tomto případě 0,1848 mm.

Na obr. 9.3 je znázorněno napětí v místě deformace Von Mises při stejném namáhání součásti. Maximální napětí σ_{MAX} je 87,85 MPa.

Součinitel bezpečnosti:

Stanovení součinitele bezpečnosti je základní a nejrozšířenější metodou dimenzování strojních součástí a vyjadřuje poměr mezi mezním a skutečným napětím v nosném průřezu součásti.

Pokud má být provozována strojní součást bez poškození, musí být mezní hodnota napětí v nosném průřezu větší než napětí, které zde skutečně působí. Ideální stav s ohledem na minimalizaci rozměrů nosného průřezu a tím i úspory materiálu, prostoru, výrobních nákladů apod. by tedy nastal, pokud by mezní hodnota napětí byla jen nepatrně větší než skutečné napětí za provozu. V praxi však nelze takový případ předpokládat, neboť obě napětí, mezní i skutečné, jsou náhodnými veličinami, jejichž hodnoty se vyskytují s příslušnými rozptyly kolem svých středních hodnot. [5]

Pokud označíme mezní napětí symbolem σ_{MEZ} a skutečné maximální napětí σ_{MAX} , pak poměr mezi mezním napětím σ_{MEZ} a skutečným napětím σ_{MAX} udává míru bezpečnosti k. Platí, že:

$$k = \sigma_{MEZ} / \sigma_{MAX}$$

Vzhledem k tomu, že se jedná o náhodné veličiny a počítáme s jejich středními hodnotami, pak součinitel bezpečnosti by měl nabývat hodnoty v intervalu 1,2 až 1,5. V případech, kde by porucha součásti mohla ohrozit zdraví nebo dokonce život člověka, musí být součinitel bezpečnosti k několikanásobně vyšší. [5]

Výpočet součinitele bezpečnosti:

$$k = \sigma_{MEZ} / \sigma_{MAX} \quad \sigma_{MEZ} = R_e$$

$$k = R_e / \sigma_{MAX}$$

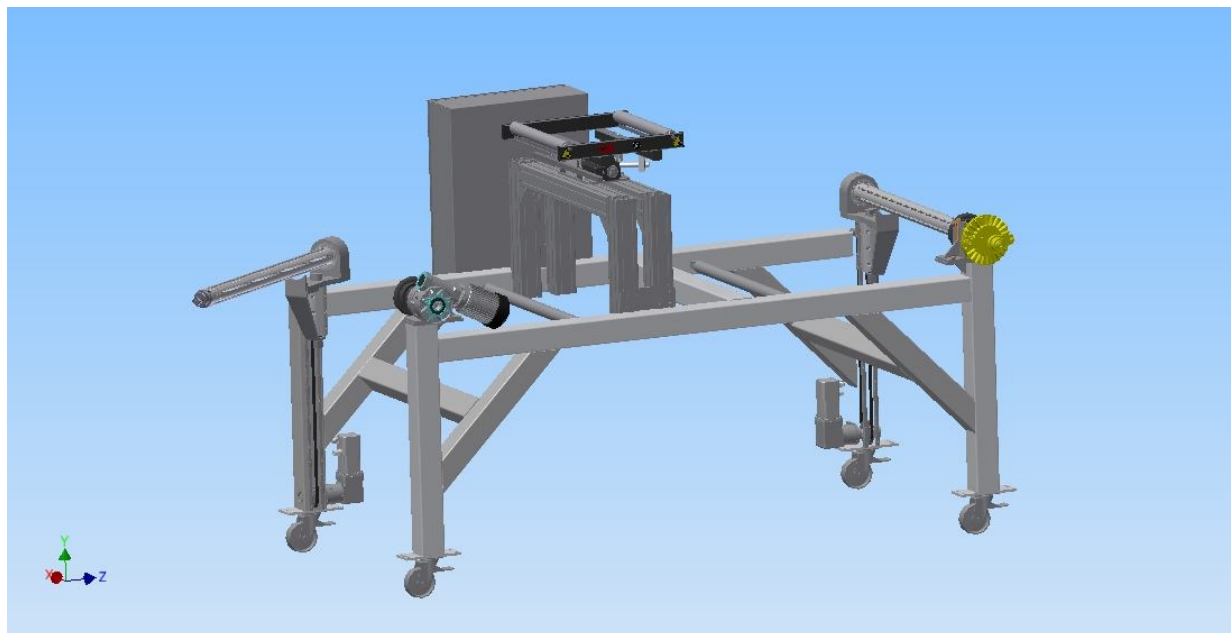
$$k = 260 / 87,85$$

$$k = 2,95$$

Z výsledků simulace je zřejmé, že je držák sklíčidla navržený správně a dokáže pracovat s bezpečností $k = 2,95$

10. Popis jednotlivých součástí inovovaného zařízení

Model inovovaného zařízení:

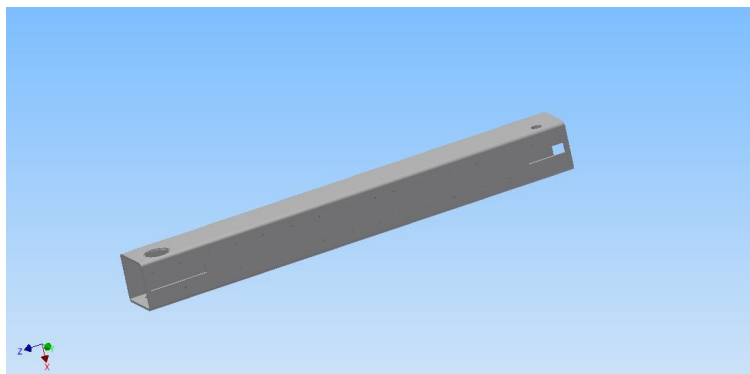


Obr. 10.1 Model inovovaného převíjecího zařízení

Při inovaci převíjecího zařízení došlo k úpravě rámu stroje. Úprava spočívala ve výměně 2 ks noh (obr. 10.2), které v současném stavu nesou zvedací zařízení. Dále byl rám vyztužen několika vzpěrami. Zbylé 2 ks noh jsou ponechané původní, pouze k nim je dovařena deska nesoucí držák sklíčidla.

Díly vyráběné

Tato část obsahuje obrázky a stručný popis nejpodstatnějších nových dílů, které jsou k přestavbě zařízení potřeba vyrobit. Výkresy jednotlivých dílů jsou přílohou této práce.



Obr. 10.2 noha rámu

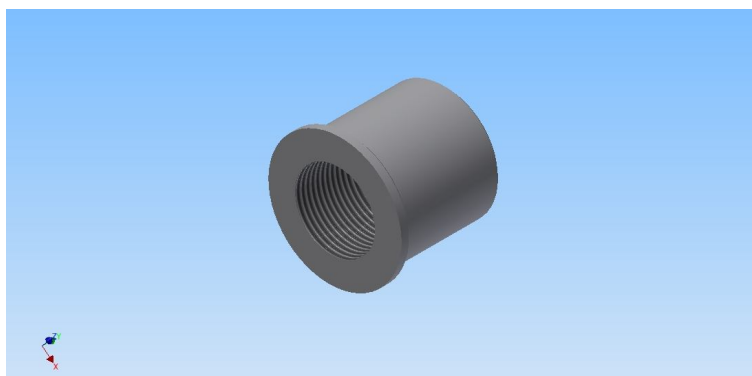
Na obr. 10.2 je znázorněna nová noha rámu stroje. V současném stavu jsou v noze vyfrézované 2 otvory pro průchod ozubeného řemenu, vyvrtány 4 díry pro umístění pouzder

pro čepy a několik děr se závity pro přišroubování lineárního vedení.



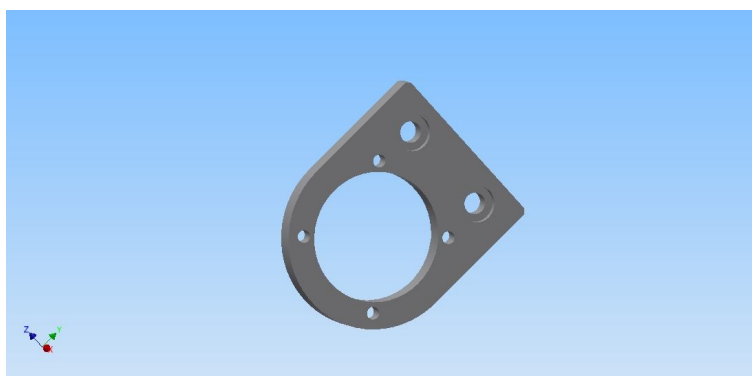
Obr. 10.3 Pouzdro ložiska

Pouzdro ložiska (obr. 10.3) je vyrobené soustružením. Obsahuje osazení, které zapadá do otvoru v noze rámu a zápich pro pojistný kroužek. Tyto pouzdra jsou zavařena do nohy stroje a poté prostružena, aby byla zajištěna jejich vzájemná souosost.



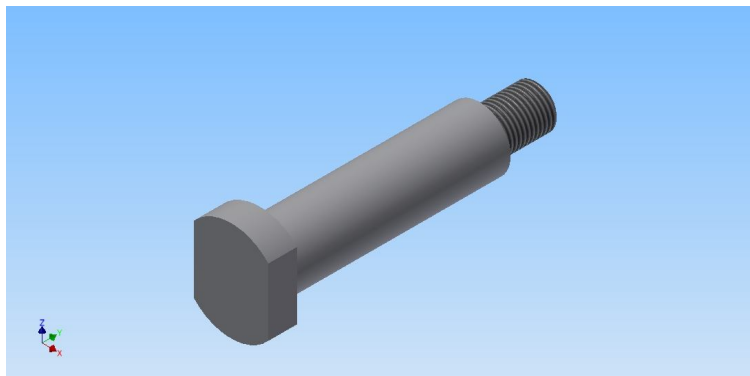
Obr. 10.4 Závitová vložka

Závitová vložka (obr. 10.4) je obdobně jako pouzdro ložisko zavařeno do nohy rámu. Do vnitřního závitu se šroubuje čep (obr. 10.6)



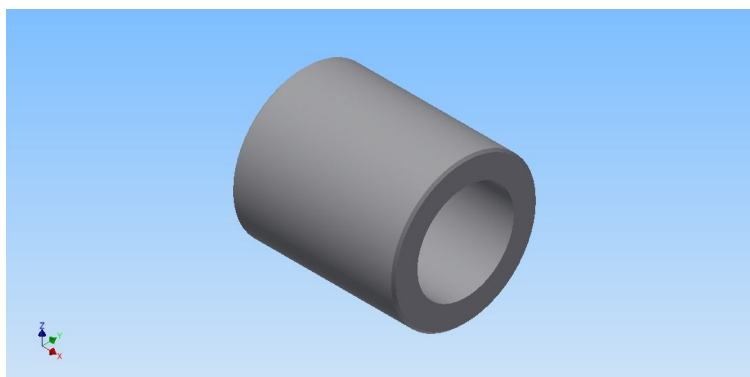
Obr. 10.5 držák převodovky

Na obr. 10.5 je držák převodovky. Jde o výpalek z plechu o tloušťce 10 mm, ve kterém jsou vrtány 4 díry pro uchycení převodovky a 2 díry pro uchycení k rámu stroje.



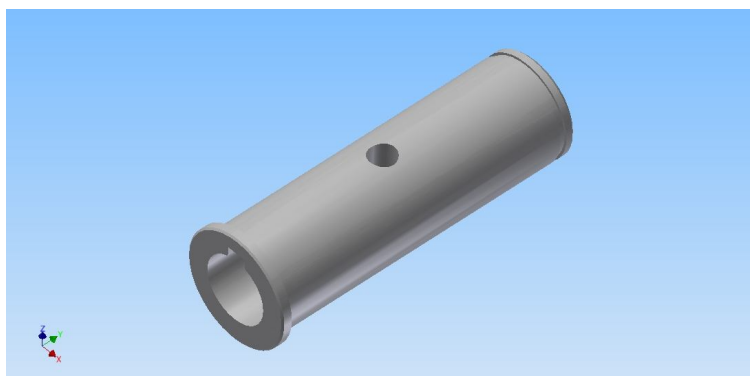
Obr. 10.6 Čep horní

Tento čep obr. 10.6 nese horní řemenici ozubeného převodu. Hlava čepu je frézovaná na rozměr stranového klíče.



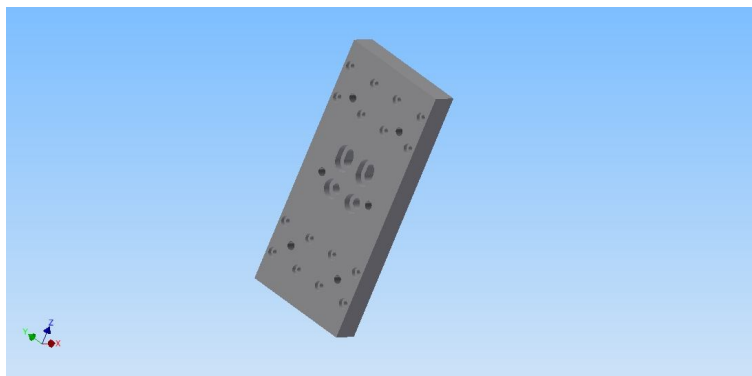
Obr. 10.7 Rozpěrka

2 ks rozpěrky (obr. 10.7) zajišťují správnou polohu horní řemenice ozubeného převodu.



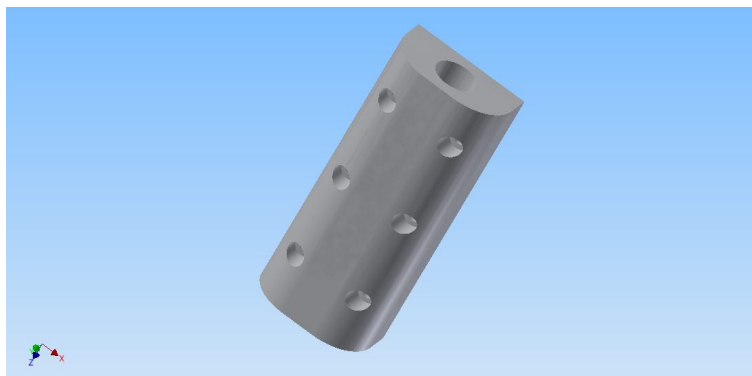
Obr. 10.8 Hnací hřídel

Na obr. 10.8 je hnací hřídel, která přes kolík unáší spodní řemenici ozubeného převodu. Její poloha je zajištěna osazením a pojistným kroužkem. Uvnitř hřídele je otvor pro hřídel z převodovky, v otvoru je obrážená drážka pro pero. Tato hřídel je uložena na dvou kuličkových ložiskách (obr. 10.35)



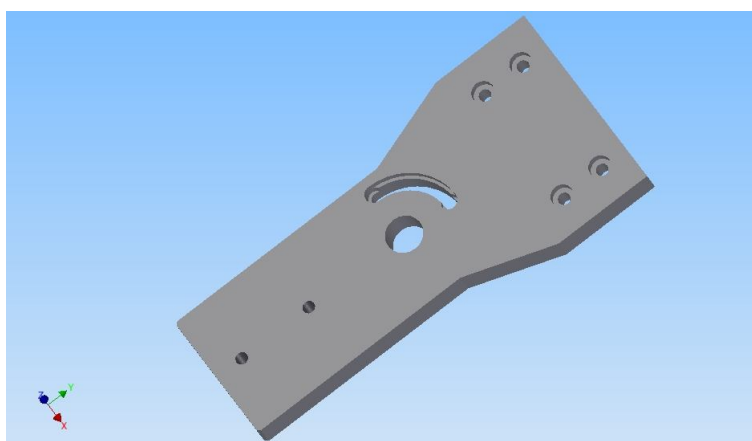
Obr. 10.9 Unášecí deska

Unášecí deska (obr. 10.9) je přišroubována pomocí 16 ks šroubů k vozíkům lineárního vedení (obr. 10.31). Z druhé strany je 6 ks šroubů k desce našroubován domek (obr. 10.10). Uprostřed desky je v kulatých dírách umístěna fixní (obr. 10.12) a na oválných napínací upínka řemene.



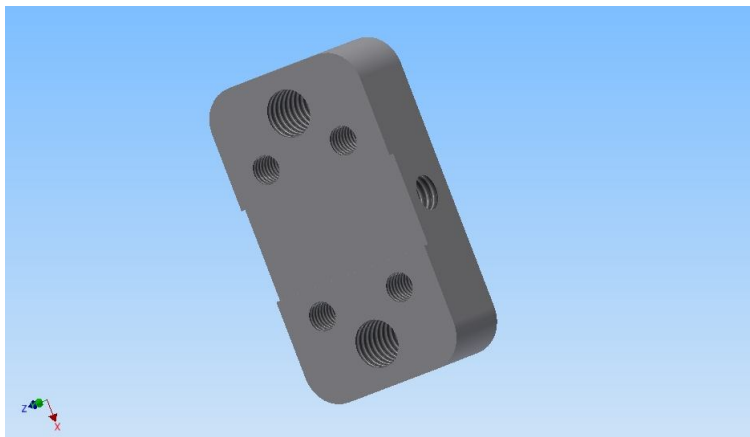
Obr. 10.10 Domek

Hliníkový domek (obr. 10.10) nese konzoli (obr. 10.11). Uvnitř domku jsou bronzová pouzdra (obr. 10.15) s čepem (obr. 10.16) zajišťující otočný pohyb konzole. Domek je našroubován na unášecí desku.



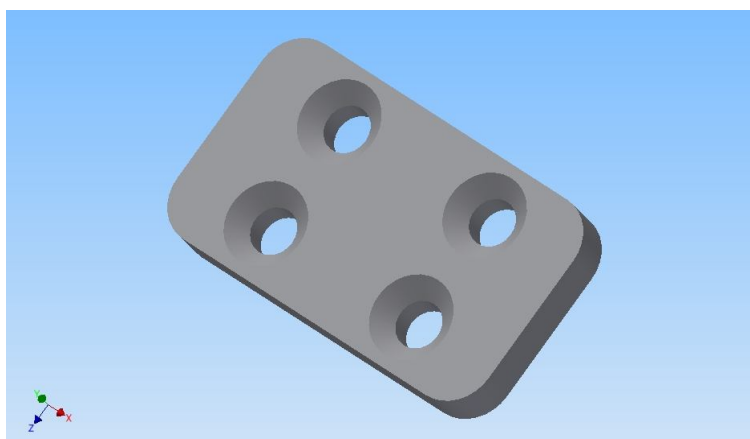
Obr. 10.11 Konzole

Konzole (obr. 10.11) je opět výpalek z plechu tloušťky 20 mm. Frézovaná drážka společně s aretačním kolíkem (obr. 10.23) určuje rozsah natočení a zároveň pevně aretuje dvě pracovní polohy konzole. Dále konzole obsahuje otvory pro připevnění domku ložiska (obr. 10.22) a vzpěry (obr. 10.14). Konzole je uložena rotačně na čepu (obr. 10.16).



Obr. 10.12 Upínka řemene-fixní

Řemen je s unášecí deskou spojen pomocí fixní (obr. 10.12) a pohyblivé upínky řemene. K unášecí desce je každý připevněn pomocí dvou šroubů. Poloha řemenu je dána vyfrézovanou drážkou uprostřed upínky. Řemen se napíná pomocí šroubu, který obě upínky stahuje k sobě. (pohyblivá upínka řemene má namísto díry se závitem díru válcovou).



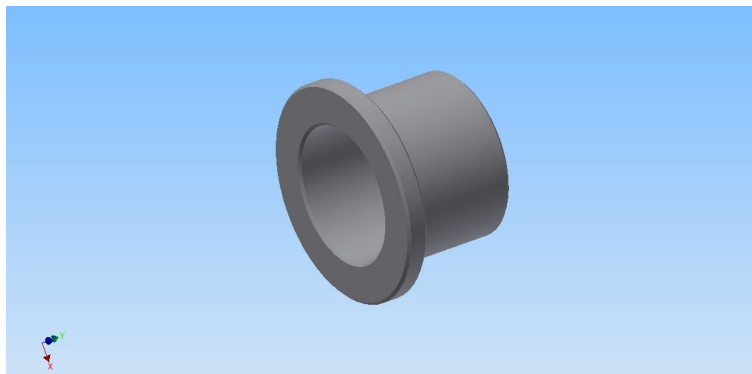
Obr. 10.13 Protikus řemene

Protikus řemene (obr. 10.13) zajišťuje přichycení řemenu k upínce řemenu (obr. 10.12). Součást má frézovaný modul řemenu a stahuje se k držáku řemenu pomocí čtyř šroubů. Řemen je tak sevřen mezi držákem řemene a protikusem řemene. Polotovarem této součásti je materiál s modulem řemenu od firmy Haberkorn.



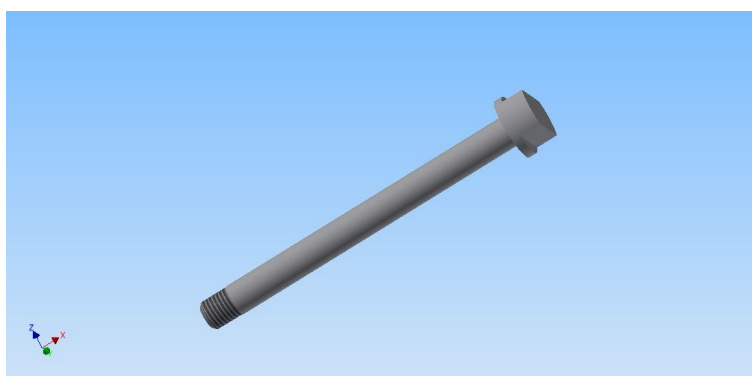
Obr. 10.14 Vzpěra

Součást vzpěry (obr. 11.14) je ohýbaný výpalek plechu a navařená deska s oválnými otvory. Do plochy tvaru půlměsíce se při manipulaci s tkaninou pokládá pneumaticky rozšiřitelná hřídel.



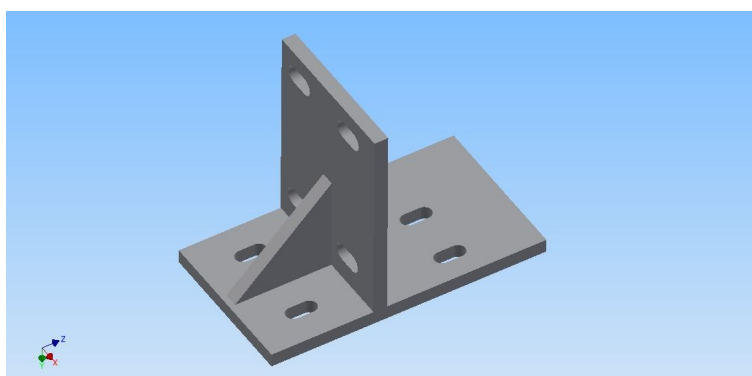
Obr. 10.15 Pouzdro

Pouzdro (obr. 10.15) je vyrobeno z bronzu a zajišťuje tak možnost otáčení konzole (obr. 10.11). Je zalisováno z vrchu a zesponu v těle hliníkového domku (obr. 10.10)



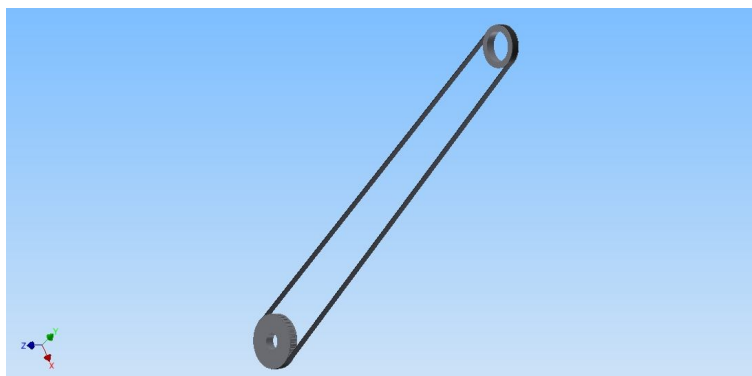
Obr. 10.16 Čep

Konzole (obr. 11.11) je s domkem (obr. 10.10) spojena pomocí čepu (obr. 10.16) Tento čep se volně otáčí v bronzových pouzdrech (obr. 10.15). Čep je vyráběn soustružením a hlava je frézována na rozměr klíče. Zesponu je čep zajištěn maticí s osazenou hlavou.



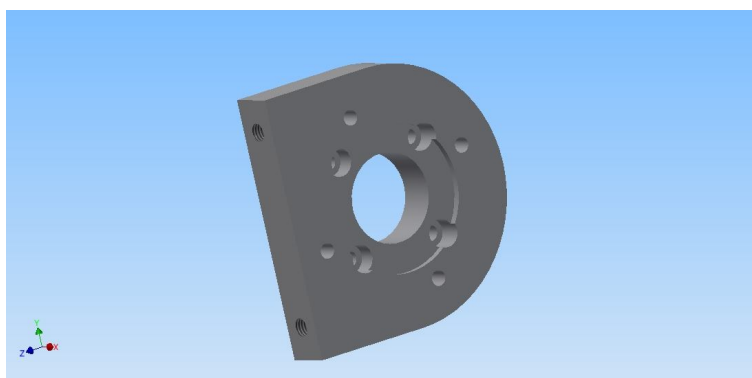
Obr. 10.17 Držák skličidla-motor

Svařenec držáku sklíčidla (obr. 10.17) se skládá z 3 ks výpalků. Oválné díry umožňují nastavení správné polohy sklíčidla a zajišťují tak správnou polohu pneumaticky rozšiřitelných hřídelí. Držák sklíčidla u brzděné hřídele má o dvě díry méně, jelikož brzda je upnuta pouze ke sklíčidlu a nikoli k držáku.



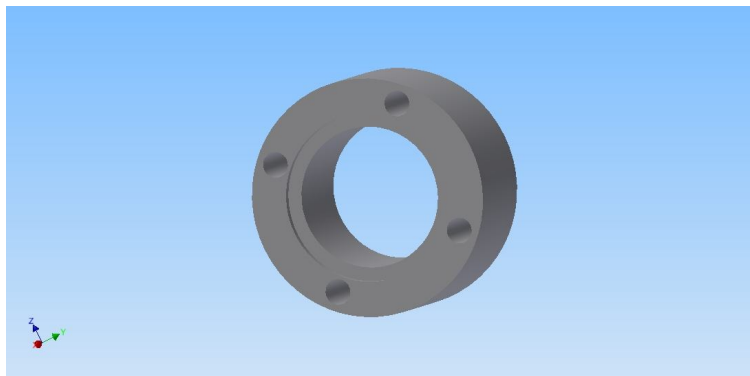
Obr. 10.18 Převod ozubeným řemenem

Unášecí deska (obr. 10.9) je pevně spojena s ozubeným řemenem. Řemen je poháněn spodní (větší řemenicí), horní řemenice je pouze vodící. K napínání řemene dochází v upínkách řemene (obr. 10.12) na unášecí desce. Horní řemenice je pevně nalisovaná na ložisko uložené na čepu. Spodní řemenice je opatřena dírou o průměru čepu hnaného převodovkou. Hnaný moment je přenášen kolíkem, který je zasunutý skrz hřídel v řemenici. Pro zajištění demontáže kolíku je díra dovtvána skrz celou řemenici menším průměrem. Polotovary řemenic jsou nakupovanými díly. Při výrobě jsou do řemenic obrobena otvory pro ložiska, čepy apod.



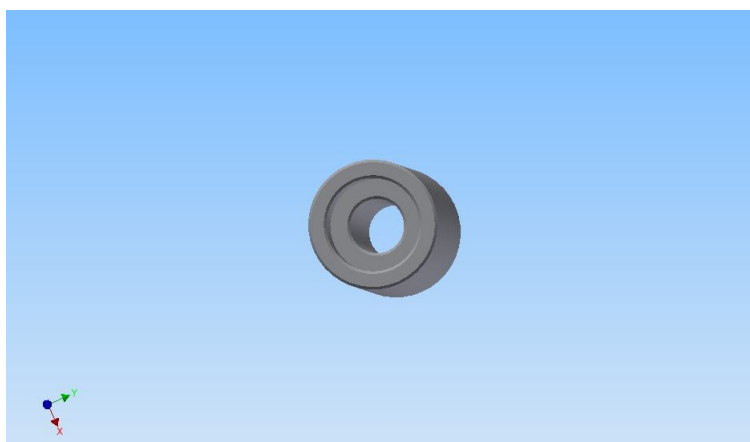
Obr. 10.19 Mezikus-motor

Motor se sklíčidlem je potřeba spojit pomocí mezikusu (obr. 11.19). Aby se moment od motoru nepřenášel pouze přes sklíčidlo, je tento mezikus sešroubován napevno s držákem sklíčidla.



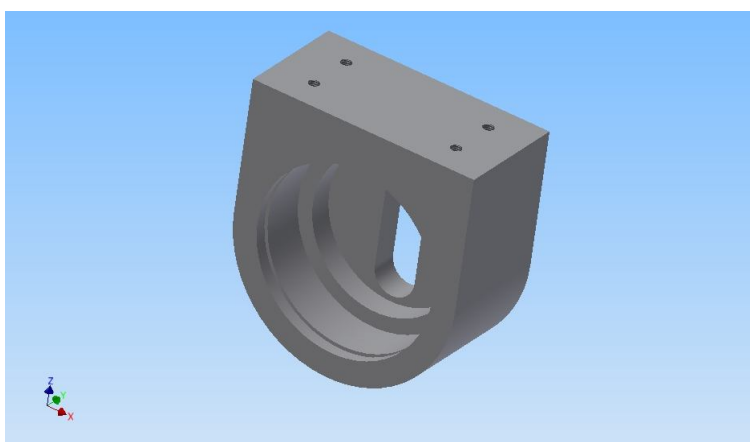
Obr. 10.20 Mezikus- brzda

Mezi sklíčidlo a brzdu je potřeba vsadit také mezikus znázorněný na obrázku 10.20. Brzda se sklíčidlem je pak spojena čtyřmi šrouby.



Obr. 10.21 Aretační tyč

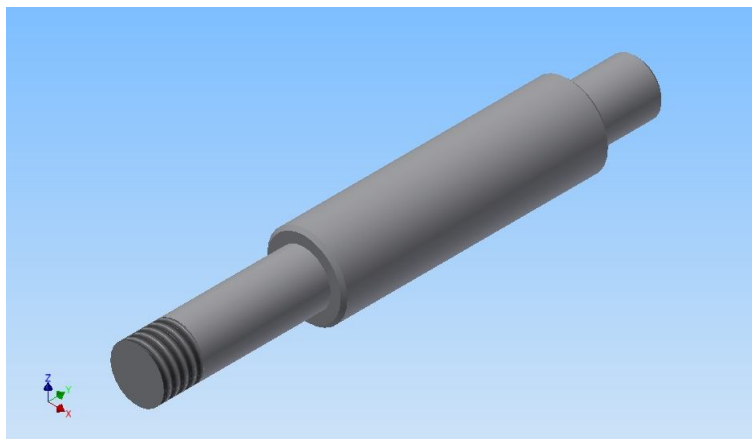
Aretační tyč (obr. 10.21) je pomocí šroubu připevněna do těla pneumaticky rozšiřitelné hřídele a při převíjení se volně otáčí v domku ložiska (obr. 10.22) Při uchopení hřídele přenáší sílu do domku a otáčí tak celou konzolí (obr. 10.11) zvedacího mechanismu.



Obr. 10.22 Domek ložiska

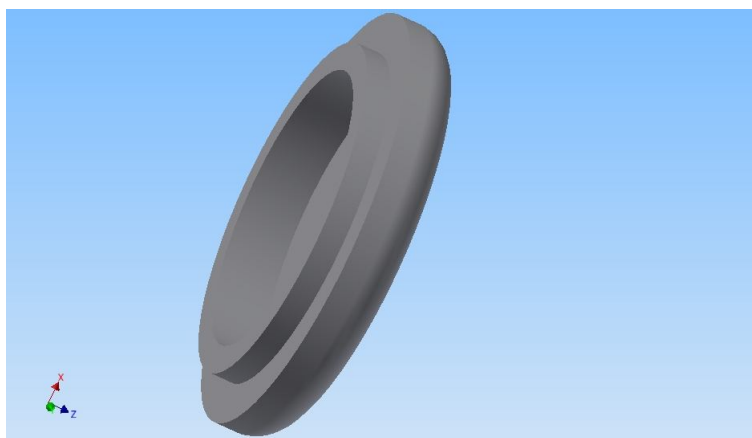
Na obr. 11.22 je znázorněn domek ložiska. Materiálem je ocel 11 600. V domku je v naklápěcím ložisku uložena pneumaticky rozšiřitelná hřídel. Oválná drážka společně

s aretační tyčí (obr. 10.21) umožňuje při nasazování tkaniny položení hřídele do vzpěry a zároveň zajišťuje otáčení konzole do polohy, v které se zvedací zařízení pohybuje nahoru a dolů.



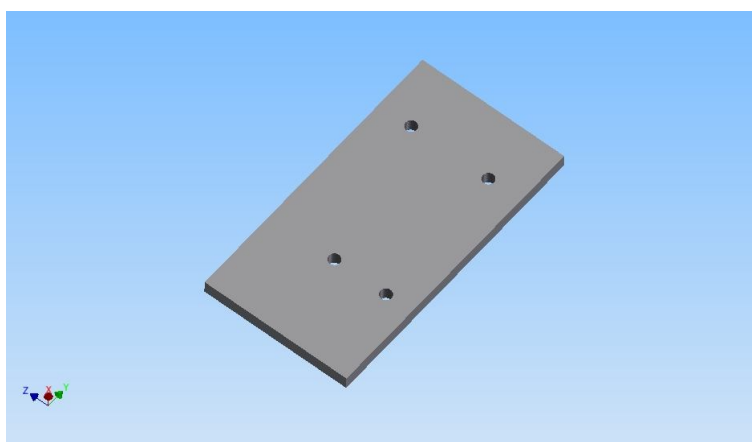
Obr. 10.23 Aretační kolík

Aretační kolík (obr. 10.23) je vsunut v unášecí desce (obr. 10.9). Tento kolík je nadzvedáván tlačnou pružinou a zajišťuje rozsah otočení konzole. Z vrchu je po montáži na kolík našroubovaná čepička.



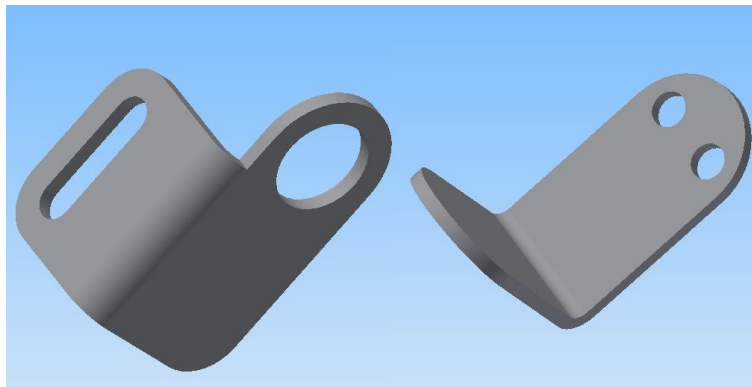
Obr. 10.24 Víčko

Silonové víčko (obr. 10.24) je naklepnuté do pouzdra v noze rámu a kryje hnací hřídel.



Obr. 10.25 Deska pod sklíčidlo

Dva kusy desek s otvory se závity (obr. 10.25) jsou přivařeny k původním nohám. K této desce je připevněn čtyřmi šrouby držák sklíčidla. Noha na odvíjené hřídeli nese pouze pneumatickou brzdu se sklíčidlem, druhá noha nese navíc ještě motor s převodovkou.

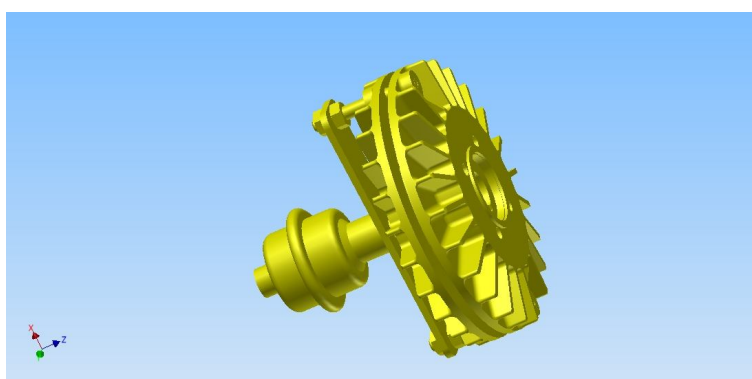


Obr. 10.26 Plechy pro indukční snímače

Sada 6 kusů těchto obdobných plechů (obr. 10.26) nese indukční senzory nebo slouží jako snímač pro senzory. Tyto senzory kontrolují polohu natočení zvedacího zařízení tak, aby při zvedání či spouštění tkaniny nedošlo ke kolizi zvedacího zařízení s ostatními prvky stroje.

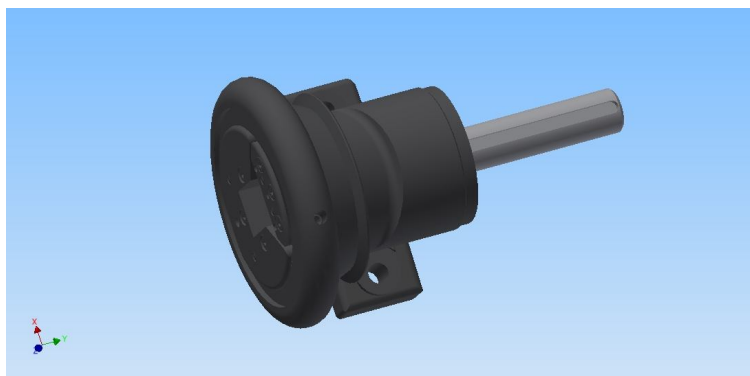
Díly kupované

Tato část obsahuje obrázky a stručný popis nejpodstatnějších nových dílů, které jsou k přestavbě zařízení potřeba koupit. Datové listy těchto součástí jsou přílohou této práce.



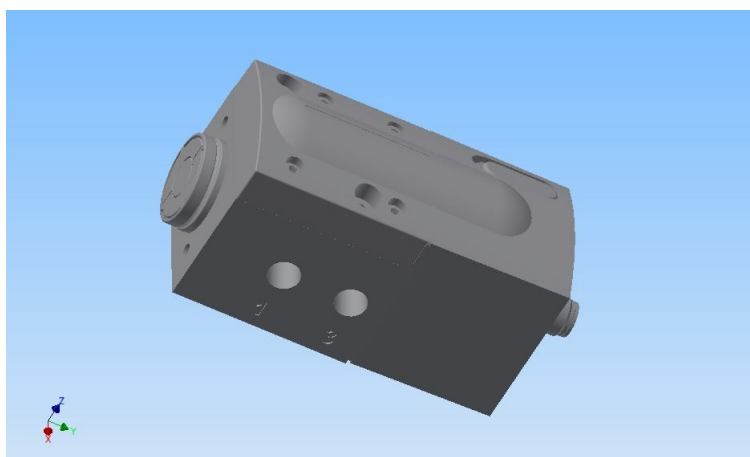
Obr. 10.27 Membránová brzda IBD

K brždění odvíjeného válce slouží pneumatická membránová brzda (obr. 10.27) od německého výrobce IBD Wickeltechnik. Tato brzda je kompatibilní se sklíčidlem IBD (obr. 11.28)



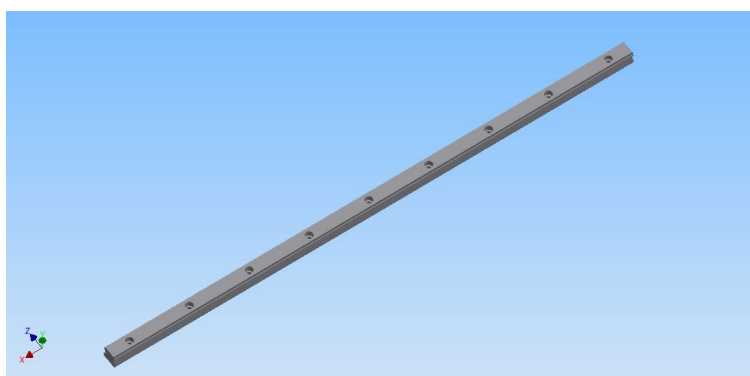
Obr. 10.28 Sklíčidlo IBD

Skličidlo IBD (obr. 10.28) je již součástí převíjecího zařízení, je pouze nutné dokoupit ještě jeden kus tohoto skličidla potřebný k upínání brzděné hřídele.



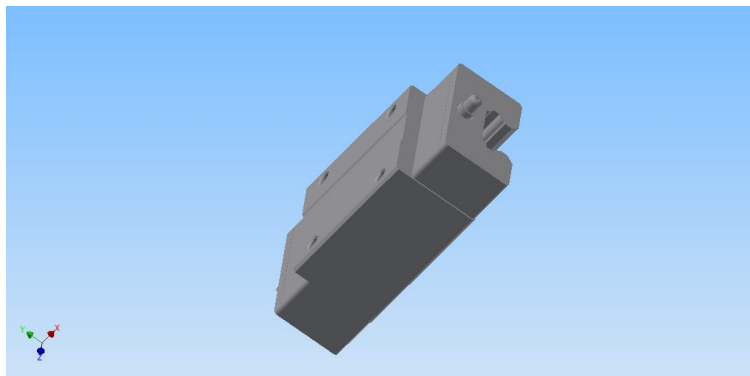
Obr. 10.29 Proporcionální ventil pro regulaci tlaku Norglen VP50

K plynulé regulaci brzděného momentu je použit proporcionální ventil (obr. 10.29). Tento ventil je ovládán řídicí elektronikou, ve které obsluha zvolí typ převíjené tkaniny. Otáčky motoru a velikost brzděné síly jsou pak automaticky regulovány. Detailní parametry tohoto regulátoru jsou uvedeny v katalogovém listu- příloha č. 5.



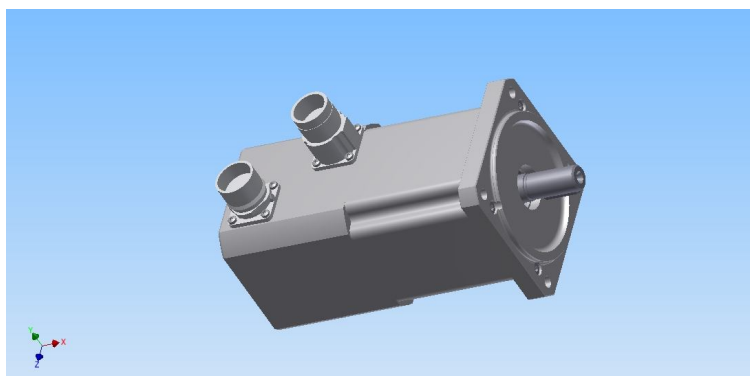
Obr. 10.30 Kolejnice lineárního vedení

Kolejnice lineární vedení (obr. 10.30) se montuje na nohu převíjecího zařízení. Ke zhotovení jednoho zvedáku potřebujeme 4 ks metrového lineárního vedení o velikosti 15 mm.



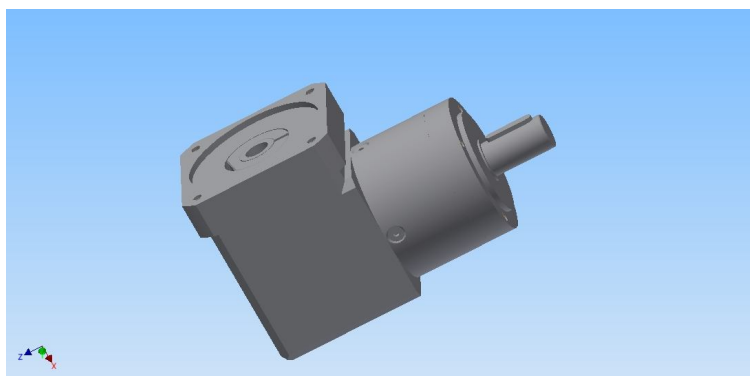
Obr. 10.31 Vozík lineárního vedení

4 kusy vozíku obr. (10.31) se pohybují po kolejnici lineárního vedení (obr. 10.30) a společně nesou unášecí desku.



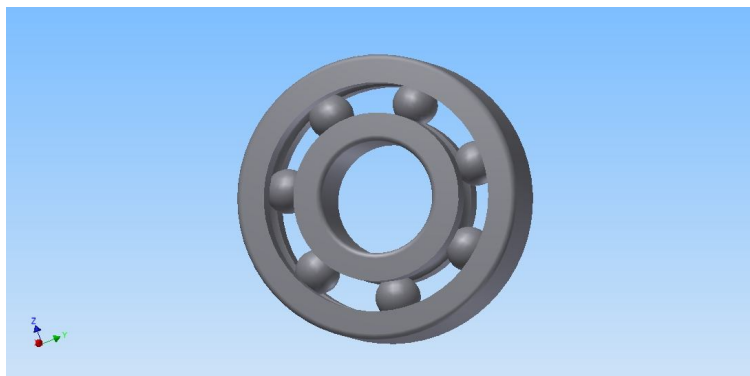
Obr. 10.32 Motor BR

K pohonu zvedacího zařízení je použit třífázový synchronní motor s brzdou (obr. 11.32) od firmy BR automation. Motor má 6000 ot/s a točivým moment $M = 0,6 \text{ Nm}$. Detailnější parametry jsou uvedeny v katalogovém listu- příloha č. 4



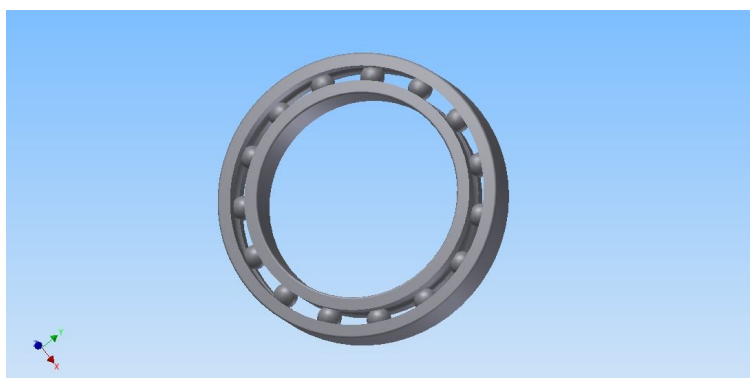
Obr. 10.33 Převodovka BR Automation

Motor (obr. 10.32) je osazen planetovou převodovkou (obr. 10.33) od firmy BR automation s převodovým poměrem $i = 100$. Tato převodovka je kompatibilní s použitým motorem a lze je jednoduše sesadit. Detailní parametry této převodovky jsou uvedeny v katalogovém listu- příloha č. 3



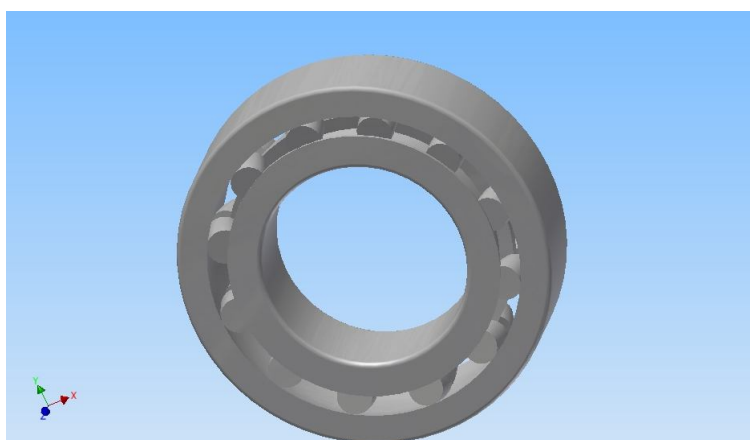
Obr. 10.34 Ložisko horní

Na obr. 11.34 je zobrazeno jednořadé kuličkové ložisko 1521 (rozměry: 22x56x16), které je nalisováno v horní řemenici ozubeného převodu. Toto ložisko je uloženo na hřídeli (obr. 10.6) a jeho poloha je zajištěna pomocí dvou rozpěrek (obr. 10.7).



Obr. 10.35 Ložisko spodní

Dva kusy ložisek 61806 (rozměry: 30x42x7) (obr. 11.35) nesou hnací hřídel (obr. 10.8), která unáší řemenici ozubeného převodu. Tyto ložiska jsou uložena v pouzdrech zavařených v rámu stroje a zajištěna pojistnými kroužky.



Obr. 10.36 Ložisko naklápěcí

Na obr. 10.36 je znázorněno dvouřadé naklápěcí ložisko SKF 22212 (rozměry: 60x110x28). V tomto ložisku je uložena pneumatically rozšiřitelná hřídel. Zvoleno bylo

naklápěcí ložisko proto, aby bylo možné hřídel při manipulaci tzv. „vyosít“ a položit ji do vzpěry.



Obr. 10.37 Indukční snímač

K určování polohy zvedacího zařízení slouží 3 kusy indukčních snímačů (obr. 10.37). Tyto snímače jsou připevněny pomocí držáků (obr. 10.26) na noze rámu, která nese zvedací zařízení.

11. Ekonomické zhodnocení

Jelikož se převíjecí zařízení využívá nepravidelně a není výrobním faktorem firmy, nelze jednoduše vyčíslit návratnost investice a podobné ekonomické ukazatele. Pro vedení firmy je ale nutné k realizaci znát předběžnou cenu přestavby zařízení. Proto je vypracován cenový rozpočet přestavby zařízení, který je rozdělen do dvou částí. První část udává náklady na nakupované díly (tab. 11.1), druhá část udává obdobně náklady na díly vyráběné (tab. 11.2). Jednotlivé ceny jsou uvedeny v Kč bez DPH 21%. Ceny uvedené v eurech byly přepočítány na české koruny kurzem 27,-kč/1€. Ceny vyráběných součástí byly konzultovány se zaměstnanci dvou firem zaměřené na tuto výrobu. Ke stanovení cen nakupovaných dílů byly použity cenové nabídky a webové stránky [4] [6] [8] [9] [10]. Celková částka potřebná k přestavbě zařízení je **139.783,- Kč bez DPH**.

Náklady na nakupované díly:

Kolejnice lineárního vedení	4 ks á 1.820,-	7.280,-
Vozík lineárního vedení	8 ks á 785,-	6.280,-
Synchronní motor	2 ks á 4.700,-	9.400,-
Driver motoru	2 ks á 4.120,-	8.240,-
Planetová převodovka	2 ks á 4.840,-	9.680,-
Ozubený řemen	2 ks á 395,-	790,-
Ozubená řemenice-32 zubů	2 ks á 504,-	1.008,-
Ozubená řemenice- 25 zubů	2 ks á 360,-	720,-
Skličidlo IBD	1 ks á 13.500,-	13.500,-
Membránová brzda IBD	1 ks á 15.795,-	15.795,-
Elektronický regulátor tlaku	1 ks á 18.700,-	18.700,-
Kabel s konektorem k ventilu	1 ks á 1.470,-	1.470,-
Ovládací tlačítko	2 ks á 250,-	500,-
Ložisko SKF 1521	2 ks á 320,-	640,-
Ložisko SKF 61806	4 ks á 140,-	560,-
Ložisko SKF 2212	2 ks á 785,-	1.570,-
Indukční snímač	6 ks á 180,-	1.080,-
Spojovací materiál, zálepky		1.250,-
Cekem Kč bez DPH 21%		98.463,-

Tab. 11.1 Náklady na nakupované díly



Náklady na vyráběné díly:

Noha rámu	2 ks á 1000,-	2.000,-
Pouzdro ložiska	4 ks á 180,-	720,-
Závitové pouzdro	2 ks á 180,-	360,-
Držák převodovky	2 ks á 380,-	760,-
Čep horní	2 ks á 280,-	560,-
Rozpěrka	4 ks á 125,-	500,-
Hnací hřídel	2 ks á 680,-	1.360,-
Unášecí deska	2 ks á 1.280,-	2.560,-
Domek	2 ks á 1.000,-	2.000,-
Konzole	2 ks á 850,-	1.700,-
Upínka řemene	4 ks á 300,-	1.200,-
Protikus řemene	4 ks á 155,-	620,-
Vzpěra	2 ks á 410,-	820,-
Pouzdro	4 ks á 175,-	700,-
Čep	2 ks á 350,-	700,-
Držák sklíčidla	2 ks á 500,-	1.000,-
Mezikus motor	1 ks á 1150,-	1.150,-
Mezikus brzda	1 ks á 315,-	315,-
Vzpěra rámu	6 ks á 175,-	1050,-
Aretační tyč	2 ks á 225,-	450,-
Domek ložiska	2 ks á 950,-	1.900,-
Aretační kolík + čepička	2 ks á 355,-	710,-
Plechý pro indukční snímače	6 ks á 115,-	690,-
Deska pod sklíčidlo	2 ks á 235,-	470,-
Víčko	2 ks á 175,-	350,-
Úprava řemenic		525,-
Úprava rámu		1.850,-
Lakování		2.200,-
Montážní práce		3.600,-
Naprogramování SW		8.500,-
Celkem Kč bez DPH 21%		41.320,-

Tab. 11.2 Náklady na vyráběné díly

12. Závěr

Úvodem této práce byla představena společnost Ontex CZ s.r.o., která poskytla stroj určený k inovaci. V kapitole věnované této firmě je popsána historie, výrobkové portfolio, její strategie a cíle.

Další část práce je zaměřená na popis zařízení určeného k inovaci. Je zde popsáno, jak pracuje stroj určený k převíjení a jaké činnosti při tom musí vykonávat obsluha stroje. Kapitola obsahuje kritické hodnocení stroje včetně popisu nejzásadnějších problémů, kvůli kterým je nutné stroj inovovat.

K získání zákaznických potřeb proběhlo interview se zaměstnanci firmy, které jsou do procesu převíjení jakkoli zainteresováni. Ze zákaznických potřeb byl sestaven afinní diagram a následně sepsán inovační záměr. Podstatou inovace je vytvořit takový stroj, který bude automaticky převíjet tkaniny dle zadaného programu bez dalšího zásahu obsluhy do převíjecího procesu. Stroj bude obsahovat zvedací zařízení k nasazování a sesazování návinů tkanin.

Abychom měli co nejvíce možností, jak stávající zařízení upravit, byl proveden průzkum trhu. Tento průzkum nám přinesl nové nápady a možnosti, jak danou problematiku řešit. Na základě zákaznických potřeb pak bylo vypracováno 5 konceptů, jak by mohlo inovované zařízení vypadat.

Další část diplomové práce se zaměřuje na výběr kritérií, na základě kterých budou jednotlivé návrhy hodnoceny. Každému kritériu je přiřazen váhový faktor, který udává, jak moc je dané kritérium při hodnocení důležité. Následuje hodnocení jednotlivých konceptů dle daných hodnotících kritérií. Ze získaných hodnot je sestavena rozhodovací tabulka. Koncept s nejvyšším počtem získaných bodů je v práci dále konstrukčně řešen.

Jako první je navrhována pneumatická brzda, která bude použita k brždění odvíjené hřídele. Následuje výpočet potřebný pro správné navržení zvedacího zařízení. Ke kontrole návrhu držáku pneumatické brzdy byla použita pevnostní analýza MKP, která ověřila, zda je držák brzdy navržen správně. Funkce a vlastnosti jednotlivých dílů jsou popsány v předposlední části této práce. Na závěr práce je vypracován cenový rozpočet přestavby zařízení.

Celé zařízení bylo vymodelováno v programu Inventor 2013. Na sestavu inovovaného zařízení a jednotlivé díly potřebné k inovaci byla zhotovena výkresová dokumentace, která je přílohou této práce.



Seznam obrázků

Obr. 3.1 Způsob kontroly kvality	13
Obr. 4.1 Převíjecí stroj	14
Obr. 4.2 Popis převíjecího zařízení	15
Obr. 4.3 Tabulka hodnot-tlak/průměr	15
Obr. 4.4 Současná brzda	16
Obr. 4.5 Poškození ložiska	16
Obr. 4.6 Elektromechanický systém dráhy chodu Symat 70B	17
Obr. 4.7 Způsob nasazování tkaniny	17
Obr. 6.1 Elektromagnetická brzda IBD	19
Obr. 6.2 způsob zakládání válce do sklíčidel	19
Obr. 6.3 Kotoučová brzda	20
Obr. 6.4 Kotoučová brzda zapouzdřená	20
Obr. 6.5 Pneumatická brzda IBD se sklíčidlem	22
Obr. 6.6 Manuální brzda IBD	22
Obr. 6.7 IBD bezpečnostní sklíčidlo- patkové provedení	23
Obr. 6.8 Ventil Norgren VP50	23
Obr. 6.9 Koncept č. 1	24
Obr. 6.10 Koncept č. 2	26
Obr. 6.11 Koncept č. 3	28
Obr. 6.12 Možný způsob řešení zvedáku	29
Obr. 6.13 Koncept č. 4	30
Obr. 6.14 Koncept č. 5	31
Obr. 9.1 Držák sklíčidla	52
Obr. 9.2 Držák sklíčidla- Posunutí	53
Obr. 9.3 držák sklíčidla- Napětí Von Misses	53
Obr. 10.1 Model inovovaného převíjecího zařízení	55



Obr. 10.2 noha rámu	55
Obr. 10.3 Pouzdro ložiska	56
Obr. 10.4 Závitová vložka	56
Obr. 10.5 držák převodovky	56
Obr. 10.6 Čep horní	57
Obr. 10.7 Rozpěrka	57
Obr. 10.8 Hnací hřídel	57
Obr. 10.9 Unášecí deska	58
Obr. 10.10 Domek	58
Obr. 10.11 Konzole	58
Obr. 10.12 Upínka řemene- fixní	59
Obr. 10.13 Protikus řemene	59
Obr. 10.14 Vzpěra	59
Obr. 10.15 Pouzdro	60
Obr. 10.16 Čep	60
Obr. 10.17 Držák sklíčidla-motor	60
Obr. 10.18 Převod ozubeným řemenem	61
Obr. 10.19 Mezikus-motor	61
Obr. 10.20 Mezikus- brzda	62
Obr. 10.21 Aretační tyč	62
Obr. 10.22 Domek ložiska	62
Obr. 10.23 Aretační kolík	63
Obr. 10.24 Víčko	63
Obr. 10.25 Deska pod sklíčidlo	63
Obr. 10.26 Plechy pro indukční snímače	64
Obr. 10.27 Membránová brzda IBD	64
Obr. 10.28 Sklíčidlo IBD	65



Obr. 10.29 Proporcionální ventil pro regulaci tlaku Norglen VP50	65
Obr. 10.30 Kolejnice lineárního vedení	65
Obr. 10.31 Vozík lineárního vedení	66
Obr. 10.32 Motor BR	66
Obr. 10.33 Převodovka BR Automation	66
Obr. 10.34 Ložisko horní	67
Obr. 10.35 Ložisko spodní	67
Obr. 10.36 Ložisko naklápěcí	67
Obr. 10.37 Indukční snímač	68

Seznam tabulek

Tab. 5.1 Afinní diagram interpretovaných potřeb	18
Tab. 11.1 Náklady na nakupované díly	69
Tab. 11.2 Náklady na vyráběné díly	70

Seznam grafů

Graf 6.1 Průběh brzdného momentu u elektromagnetické Brzdy IBD řada C.351	20
Graf 6.2 Ztrátový výkon kotoučových brzd	21
Graf 6.3 Průtok ventilem- napájecí tlak 11 bar	23



Seznam použité literatury

- [1] Ontex CZ [online]. [cit. 2014-03-15]. Dostupné z: <http://www.ontex.cz>
- [2] MAŠÍN, Ivan. *Inovační inženýrství: plánování a návrh inovovaného výrobku*. Vyd. 1. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2012, 178 s. ISBN 978-80-7372-852-6.
- [3] LEINVEBER, Jan a Pavel VÁVRA. *Strojnické tabulky: pomocná učebnice pro školy technického zaměření*. 4. dopl. vyd. Úvaly: Albra, 2008, xiv, 914 s. ISBN 978-80-7361-051-7.
- [4] B&R Automation. [online]. [cit. 2014-04-05]. Dostupné z: <http://www.br-automation.com>
- [5] PEŠÍK, Lubomír. *Části strojů: stručný přehled*. Vyd. 4., dopl. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2010, 2 sv. (226, 236 s.). ISBN 978-80-7372-574-72.
- [6] CNC & automatizace. [online]. [cit. 2014-04-17]. Dostupné z: <http://www.cncshop.cz>
- [7] MAŠÍN, Ivan a Jaroslav MAŠÍN. *Analýza procesů*. Vyd. 1. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2012. ISBN 978-80-73728-656.
- [8] Haberkorn [online]. [cit. 2014-03-14]. Dostupné z: <http://www.haberkorn.cz/>
- [9] IBD Wickeltechnik [online]. [cit. 2014-04-18]. Dostupné z: <http://www.ibd-wt.com/>
- [10] Norgren [online]. [cit. 2014-04-17]. Dostupné z: <http://store.norgren.com/cz>

Seznam Příloh

Příloha č. 1: Kotoučové brzdy IBD	(2 strany)
Příloha č. 2: Bezpečnostní sklíčidla IBD	(2 strany)
Příloha č. 3: Planetové převodovky 8GA40-08 BR Automation	(4 strany)
Příloha č. 4: 3fázové synchronní motory 8LSA3 BR Automation	(7 stran)
Příloha č. 5: Proporcionální ventil pro regulaci tlaku Norglen VP50	(3 strany)
Příloha č. 6: Elektromechanický systém dráhy chodu Symat 70B	(2 strany)
Příloha č. 7: Výkresová dokumentace	

Přílohy jsou k dispozici v deskách, které nejsou pevnou součástí této práce. Veškeré přílohy a výkresová dokumentace jsou také k dispozici v elektronické podobě na CD.